YALE
MEDICAL LIBRARY

HISTORICAL LIBRARY

The Gift of

GEORGE D. BRADEN

Das

Wunderreich der Natur.

Leicht faßlich und unterhaltend

dargestellt

von

L. A. F. Arends,
Lehrer der Naturwissenschaften.

(Arends)

Erster Theil. — Chemie.

Zweite Auflage.

Berlin.
Druck und Verlag von Albert Sacco.
Zimmerstraße Nr. 94.

AS 403
857.A

Chemie

des

menschlichen Körpers und der Nahrungsmittel,
der Künste, Gewerbe etc. etc.

Von

L. A. F. Arends,
Lehrer der Naturwissenschaften.

Zweiter Band.

Berlin.
Druck und Verlag von Albert Sacco.
Zimmerstraße Nr. 94.

30.

Die Natur als eine Rechnerin.

In dem ersten allgemein erläuternden Kapitel unserer Unterhaltungen, Bd. I., S. 8, sprachen wir andeutungsweise von gewissen einfachen Additionsexempeln, in denen sich uns das Geheimniß der chemischen Verbindungen offenbart. Da wir jedoch den ganzen Zauber und den bedeutenden praktischen Werth dieses Geheimnisses gehörig zu genießen und zu benutzen im Stande sein konnten, nachdem wir eine Anzahl von wichtigen chemischen Prozessen kennen gelernt, so werden wir uns auch jetzt erst mit Erfolg darüber unterhalten, zumal wir zum Beweise für die Wahrheit des betreffenden Wunders uns nur an einige jener chemischen Experimente zu erinnern brauchen, wo wir es ganz besonders mit der Beobachtung gewisser Gewichtsmengen (vergl. I, S. 51, 309, 321 u. 322) zu thun hatten.

Um welch ein Naturwunder handelt es sich aber hier eigentlich, da es uns am Ende nur naturgemäß erscheint, daß sich die Elemente, sowie deren Verbindungen, nur unter bestimmten bleibenden Gewichtsverhältnissen chemisch vereinigen, so daß sich z. B. 1 Gewichtstheil Wasserstoff nur mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff zusammensetzt, ohne das eine Mal weniger und das andere Mal mehr Sauerstoff anzuziehen? Freilich liegt uns der Gedanke sehr nah, eine herrschende Ordnung und Gesetzmäßigkeit in dem Walten der Naturkräfte, wie auch der Elemente und deren Verbindungen anzunehmen, nachdem wir bei vielen anderen Gelegenheiten diese

Ordnung und Gesetzmäßigkeit beobachtet. So sahen wir z. B., daß die Körperatome oder die allerkleinsten Theilchen der Körper, wenn sie zu einer festen Masse zusammentreten, nur gar zu gern sich so ordnungsmäßig aneinander lagern, daß sie dadurch der festen Masse eine regelmäßig abgekantete und abgeflächte, kurz eine krystallinische Gestalt (vgl. I, S. 22) verleihen. Wenden wir aber unseren prüfenden Blick dem organischen Leben zu, so finden wir auch hier fast überall eine gewisse Symmetrie. Demnach entsprechen sich die beiden Seiten unseres Körpers in deren einzelnen Theilen so symmetrisch, wie die beiden Hälften eines Blattes, ja wie oft die beiden Seiten mancher Gewächse durch eine einander gegenüberstehende Ast- und Blattanfügung; demnach giebt sich auch in der Bildung des Augenpaares nicht allein Symmetrie, sondern sogar eine Harmonie und zwar dadurch kund, daß der Blick die Gegenstände nicht doppelt, wie bei einem gewissen krankhaften Zustande des Auges, sondern einfach auffaßt, überhaupt, daß die Augen in ihren Bewegungen einer und derselben Richtung folgen.

Wie sehr uns jedoch auch die Natur mit den meisten Gebilden an ihre innere Gesetzmäßigkeit und Ordnung erinnert, namentlich wo diese Gebilde keine äußere Störung erlitten, und es uns daher mehr in Verwunderung setzen müßte, wenn sich irgendwo diese innere Naturgesetzmäßigkeit in dem äußeren Bau mancher Naturdinge nicht so deutlich abspiegelt, so erregte doch die erste Ahnung und zugleich der erste Ausspruch des Gesetzes, daß sich die Körper nur unter bleibenden bestimmten Gewichtsverhältnissen verbinden, einerseits eine so große Ueberraschung, und andererseits einen so bedeutenden Widerspruch bei den älteren Chemikern von Erfahrung und Geist, daß viele Jahre über Disputationen und Versuchen dahingingen, bis sich das entdeckte Naturgesetz unwiderlegbar in der chemischen Wissenschaft und zwar nun zu ihrem raschesten und segensreichen Emporblühen begründet hatte. Diese Ueberraschung und dieser Widerspruch fand aber noch außerdem darin seinen Grund, daß mit diesem Gesetz zugleich auch der Begriff einer bestimmten chemischen Verwandtschaft oder Anziehungskraft aufgefaßt werden mußte, während man sich in früherer Zeit eine chemische Verbindung fast so dachte, wie sich etwa Zucker oder noch mehr Potasche in allen Verhältnissen mit Wasser mischt.

Der erste, welcher das wundersame Geheimniß der eigentlichen chemischen Anziehungskraft, bei bestimmten Gewichtsverhältnissen und Mengen der Körper, zu enthüllen begann, war ein deutscher Chemiker in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, Namens Wenzel. Er legte seine durch viele Experimente begründete Entdeckung in einem Werke: „Lehre von der Verwandtschaft," nieder, war aber zum Lohn dafür von den meisten seiner älteren Wissenschaftsgenossen für verrückt erklärt worden, bis einige Jahrzehnde später ein geistvoller Chemiker, Richter, die Entdeckung durch neue Experimente weiter begründete und in seiner Stöchiometrie, zu deutsch: Elementenmeßkunst, mit einfach mathematischer Anschaulichkeit durchführte. Um diese Zeit aber lenkte der französische Chemiker Lavoisier durch seine anderweitigen chemischen Entdeckungen und durch eine von ihm begründete chemische Theorie so sehr die Aufmerksamkeit aller Chemiker auf sich, daß sie wenig Aufmerksamkeit andern Verdiensten schenkten, und so geschah es denn auch, daß wieder mehrere Jahre vergingen, bis die deutsche Entdeckung eine noch umfassendere Bearbeitung fand. Dieses geschah fast gleichzeitig durch mehrere der bedeutendsten Chemiker im Anfange unseres Jahrhunderts. Man erkannte und begriff nun die große, ebenso wundersame wie fast von selbst einleuchtende Wahrheit, daß alle Naturkörper von einer ewigen Weisheit nach Maß und Gewicht erschaffen sind, kurz, daß die Natur namentlich in ihren chemischen Werken als eine weise Rechnerin verfährt und so im Stande ist, aus einer geringen Anzahl von Elementen, wie z. B. aus dem Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, eine unübersehbare Anzahl der verschiedenartigsten Stoffe zu schaffen, je nachdem sie die einzelnen Elemente in einfacher oder doppelter, dreifacher, überhaupt in mehrfacher Menge ihres ursprünglichen bleibenden Gewichts, das man als Atomgewicht (chemisches Aequivalent) bezeichnete, zusammenbringt. Die letzte unwiderlegbare Begründung fand endlich die Stöchiometrie oder Elementenmeßkunst durch den großen schwedischen Chemiker Berzelius.

Das ist die kurze Uebersicht der Entwickelungsgeschichte jener erhabenen chemischen Kunst, die uns bis in die innerste Werkstatt der Natur leitet, dorthin, wo die Natur ihre sich ewig gleichblei-

bende Berechnung ausgeführt, nach welcher sich die kleinsten Körpertheilchen, die Atome, zu verbinden haben, um diesen oder jenen neuen Körper zu schaffen. Als der große Lavoisier die zu seiner Zeit alle Köpfe beunruhigende Frage, ob sich Wasser in Erde verwandeln könne, unwiderlegbar chemisch beantwortete, daß dieses nicht der Fall sei, hatte er sich zu seinen Untersuchungen eine äußerst empfindliche Wage anfertigen lassen, wie sie vor ihm bei chemischen Arbeiten noch nicht in Anwendung gekommen war; denn nachdem er eine genau gewogene Menge destillirtes Wasser in einem verschlossenen Apparat durch öftere Verdunstung, Ansammlung und mannigfache Bewegung ein Vierteljahr hindurch allen Wandlungen ausgesetzt hatte, welche es in der Natur erleidet, konnte nur wieder ein sehr genaues Wägen den Beweis liefern, daß der nach der Abdampfung dieses Wassers gewonnene erdige Rückstand an Gewicht so viel betrug, als der gläserne Apparat durch Ablösung von Kieselerde und Potasche, den Bestandtheilen des Glases, verloren hatte. „In diesem Zeichen werden wir siegen!" sprach er darauf in Bezug auf die Wage, und in der That machten bald die Chemiker mit Benutzung empfindlicher Wagen die segensreichsten Entdeckungen. Wie konnten sie aber das Gewicht der Atome bestimmen?

Atome und die menschliche Kunst, sie zu messen, zu wägen! Die Atome, welche als die nur denkbaren kleinsten Theilchen der Körper selbst unseren, mit den stärksten Mikroskopen bewaffneten Blicken ebenso unerreichbar, ebenso unwahrnehmbar bleiben, wie die viele Millionen Meilen weiten Weltkörper unserer Meßruthe und Wageschale, und dennoch hat man die Atome ebenso gewogen und gemessen, wie den Mond, die Planeten und die Sonne, und zwar nur durch die einfache Kunst der Vergleichung, wenngleich keine geringe technische Geschicklichkeit dazu gehört, so die einzelnen chemischen Experimente auszuführen, daß nichts von den einzelnen genau zu wägenden Stoffen verloren geht.

So hat man durch unzählige Versuche gefunden, daß 1 Gewichtstheil Wasserstoff sich stets nur mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff verbindet, so daß hierbei sowohl ein Ueberschuß von Wasserstoff wie von Sauerstoff nicht weiter in eine chemische Verbindung mit Wasser tritt, außer bei einem etwas umständlichen Experiment,

wo es gelungen ist, Wasserstoff mit mehr Sauerstoff zu verbinden, welcher hier aber auch nicht weniger und mehr als 2 mal 8 Gewichtstheile beträgt und so ein ätzendes und sich leicht zersetzendes oxydirtes Wasser von Spiritusdicke und ekelerregendem Geschmack bildet. Ebenso geht der Kohlenstoff und zwar ungleich leichter mit dem Sauerstoff zwei Verbindungen ein, indem sich 6 Gewichtstheile Kohle mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff zu dem bekannten giftigen Kohlenoxydgas unserer mit blauer Flamme glimmenden Ofenkohle, und mit 2 mal 8 Sauerstoff zu Kohlensäure chemisch vereinigen. Mehr als zwei Verbindungen geben der Schwefel, der Stickstoff und andere Elemente mit dem Sauerstoff. So erzeugen unter anderem 14 Gewichtstheile Stickstoff mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff das mehrfach erwähnte Lustgas (Stickstoffoxydul), mit 2 mal 8 Sauerstoff das Stickstoffoxyd, mit 3 mal 8 Sauerstoff die salpetrige Säure, den gelbrothen Dampf der rauchenden Salpetersäure, und mit 5 mal 8 Sauerstoff die Salpetersäure, während 16 Gewichtstheile Schwefel unter mehreren andern Verbindungen mit 2 mal 8 Sauerstoff die schweflige Säure, ein durch das Verbrennen des Schwefels sich immer zuerst bildendes erstickendes Gas, und mit 3 mal 8 Sauerstoff die Schwefelsäure geben.

Diese Beispiele lassen uns zwar schon einen tiefen Blick in das innere Verhältniß der Elemente thun, beweisen uns aber noch nicht, daß die hier angeführten Zahlen, 1, 6, 8, 14, 16, die bleibenden Gewichtsverhältnisse sind, unter denen sich z. B. Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel auch weiter unter einander verbinden. Dies wurde erst ersichtlich, als man z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff, Stickstoffwasserstoff (Ammoniak) u. s. w. u. s. w. zersetzte, wo man dann nach genauen Wägungen fand, daß sich auch hier die erwähnten Elemente unter jenen Gewichtsmengen vereinigt hatten. Unwiderlegbar bewahrheitete sich aber das Wunder, daß die Gewichtsmengen in jeder Art von chemischen Verbindung ewig dieselben bleiben, als man auch andere Elemente in ihren Verbindungen mit dem Sauerstoff oder in ihren Verbindungen unter einander untersuchte, so daß man endlich auch durch eine solche Untersuchung die ganze Reihe von Zahlen finden

mußte, von denen eine jede einzelne gewissermaßen auch die Verbindungsfähigkeit eines bestimmten Elementes ausdrückt.

Wo die rechnende Natur ein so unerschütterliches Gesetz in dem Gleichbleiben jener Gewichtsmengen offenbarte, welche chemischen Gebilde auch die Elemente schufen, mußte eine leitende Gesetzmäßigkeit auch dort herrschen, wo eine Vermehrfachung der Gewichtsmengen erforderlich war, und so fand man denn auch, daß die Gewichtsmengen oder Verhältnißzahlen der Elemente sich nur durch Multiplikationen mit einer ganzen Zahl, mit 2, 3, 4, 5, 6, 7 u. s. w., nicht mit Bruchzahlen vermehrfachen, wie dieses das oben angeführte oxydirte Wasser und die Verbindungen des Schwefels und Stickstoffs mit dem Sauerstoff zeigen. Diese Vermehrfachung der Gewichtsmengen tritt aber besonders in den chemischen Gebilden der belebten oder organischen Natur hervor. Während in der unbelebten oder unorganischen Natur nur zwei Elemente sich mit einander und zwar meist zu einer Säure oder einer Base vereinigen, welche erst in den Salzen drei Elemente enthalten, wie z. B. schwefelsaures Eisenoxyd aus Schwefel, Sauerstoff und Eisen besteht, können die Gebilde des Lebens oder die Zersetzungsprodukte aus diesen Gebilden nicht nur 3, sondern 4, 5 und 6 Elemente enthalten, wie wir es bei dem Zucker, dem Alkohol, der Essigsäure u. s. w., ferner bei den Pflanzenbasen, Morphin, Caffein u. s. w., und endlich bei dem Käsestoff, Faserstoff und Eiweiß gesehen haben. Während aber in den Körpern der unbelebten Natur die Gewichtsmengen oder Mischungszahlen sich höchstens verstebenfachen, tritt namentlich in den Verbindungszahlen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff oft mehr als eine Verzehnfachung ein, wobei noch in den ganz gleich zusammengesetzten Körpern die rechnende Natur durch eine verschiedene Aneinanderlagerung der kleinsten Theilchen oder Atome die größte Mannigfaltigkeit der Körper zu schaffen wußte, wie wir es bei der Holzfaser, der Stärke, dem Gummi und dem Zucker und bei mehreren ätherischen Oelen gesehen haben.

Wie aber kommen wir nun dazu, diese ewig sich gleich bleibenden Verhältnißzahlen der Elemente, kurz diese *Mischungszahlen* auch *Atomgewichte* zu nennen, als hätte man die Atome selbst auf eine Wageschale gebracht? Was wir bei dem

ersten flüchtigen Urtheil so leicht als eine Ungereimtheit betrachten könnten, erklärt sich aus dem Angeführten als eine volle Wahrheit. Was z. B. von 1 Pfund Wasserstoff und 8 Pfund Sauerstoff gilt, das gilt auch von 1 und 8 Loth, Quentchen, Gran, ja von dem allerkleinsten Gewicht, das man sich denken mag; würde 1 Atom Wasserstoff ein Billiontel Gran wiegen, so könnte es sich deshalb nicht mit mehr oder weniger als mit 8 Billiontel Gran Sauerstoff und zwar zu 9 Billiontel Gran Wasser verbinden, wonach also wieder auch 1 Atom Wasser 9 Billiontel Gran, oder kurz 9 Gewichtstheile wiegen müßte. Somit ist nicht allein das Gewicht eines jeden Elementenatoms in seinem Verhältniß zu 1 Wasserstoff bestimmbar, sondern wir haben auch durch die Unabänderlichkeit dieser Mischungs- oder Verhältnißzahlen einen unbestreitbaren Beweis erlangt, daß alle Körper aus Atomen bestehen, denen, je nach Art des Körpers, ein gewisses bleibenden Gewicht zukommt. Wie wäre eine solche sich gleichbleibende untheilbare Mischungszahl für jedes Element möglich, wenn die Elemente selbst bis ins Unendliche theilbar wären, also wirklich keine untheilbaren Theilchen, kurz keine Atome von einem bestimmten Gewicht besäßen? Ja wie wäre es sonst möglich, daß die Mischungszahl z. B. des Schwefels in der Verbindung mit Wasserstoff dieselbe bleibt, wie in der Verbindung mit Kohlenstoff und mit Sauerstoff, ja endlich mit jedem anderen Elemente?

Es versteht sich endlich von selbst, daß das Atomgewicht eines jeden zusammengesetzten Körpers so viel beträgt, als die Summe der Atomzahlen seiner Bestandtheile, also durch einfache Addition derselben erhalten werden kann. Mithin ist das Atomgewicht von Wasser 1 und 8 = 9, von Kohlensäure 6 und 2 mal 8 = 22, von Schwefelsäure 16 und 3 mal 8 = 40, von der chemischen Verbindung der krystallinischen Schwefelsäure mit Wasser (vgl. I, S. 37) 40 und 9 = 49. Ebenso finden wir es aber auch ebenso leicht faßlich wie verständlich, wenn man einfach von der Holzfaser, der Stärke und dem Gummi nur sagt, es bestehe aus 6 Atomen Kohlenstoff, 5 Atomen Wasserstoff und 5 Atomen Sauerstoff, was nach der obigen Berechnung (vergl. I, S. 243) vollkommen übereinstimmt mit 36 Gewichtstheilen Kohlenstoff, 5 Gewichtstheilen Wasserstoff und 40 Gewichtstheilen Sauerstoff, oder wenn man

von 100 Gewichtstheilen Rohr- oder Runkelrübenzucker (vergl. I, S. 337 u. 338) behauptet, daß man aus dieser Menge im allerbesten Fall nicht mehr als 51 Gewichtstheile wasserfreien Alkohol gewinnen kann. Der praktische Chemiker braucht sich nur die Atomgewichte derjenigen wenigen Elemente zu merken, mit deren Verbindungen er es zu thun hat, und zugleich seinem Gedächtniß die Anzahl der Atome einzuprägen, die z. B. Schwefel und Sauerstoff in der Schwefelsäure, ferner der Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in der Essigsäure, Apfelsäure, Citronensäure, Weinsteinsäure u. s. w., oder in dem Zucker, Alkohol, Aether u. s. w. besitzt, um in vielen Fällen mit großer Genauigkeit durch die Regeldetri berechnen zu können, wie viel von der einen Substanz aus einer gegebenen Menge der andern gewonnen werden kann. So werden wir nach dem oben Angedeuteten ohne Weiteres wissen, daß man z. B. aus 100 Pfd. Wasser in der Zersetzung durch Eisen, Zink u. s. w. und durch Säure nur $11\frac{1}{9}$ Pfd. Wasserstoff darstellen könnte, da 9 Pfd. Wasser nur 1 Pfd. Wasserstoff (neben 8 Pfd. Sauerstoff) enthält.

Da ein und dieselbe Sache oft mit anderem Namen bezeichnet wird, so müssen wir uns noch merken, daß man die Atome auch Aequivalente, Moleküle, Partikel nennt; der Ausdruck Aequivalent (Gleichgeltendes) ist insofern ein sehr bezeichnender, als es, um überhaupt eine chemische Verbindung zu erzeugen, ganz gleichgültig ist, ob 1 Aequivalent (8 Gewichtstheile) Sauerstoff, oder 1 Aequivalent (6 Gewichtstheile) Kohlenstoff, oder 1 Aequivalent (16 Gewichtstheile) Schwefel in die Verbindung eintreten, denn das eine kann das andere, freilich mit Erzeugung eines ganz anderen Körpers, vollständig ersetzen, wenn überhaupt eine innere anziehende Kraft zwischen den Elementen besteht. Daher kann man nicht gut die Zahlen der Atomgewichte so auffassen, als bezeichneten sie den Grad der gegenseitigen Begierde, mit welcher sich die Körper zu vereinigen streben; Wasserstoff hat z. B. mehr Anziehungskraft zum Chlor, dessen Atomgewicht = 35 ist, als zum Schwefel mit dem Atomgewicht 16, während zwischen Wasserstoff und vielen Elementen, deren Atomzahlen meist noch größer sind, namentlich den meisten Metallen, gar keine Anziehung herrscht. Dasjenige Element, welches fast mit allen andern eine Verbindung eingeht, wenn auch

zuweilen, wie mit dem Gold, Platina, eine äußerst schwache, leicht zersetzbare, ist der Sauerstoff, der sich auch in dieser Beziehung als ein Allerweltsfreund unter den Elementen auszeichnet. Daher hat auch Berzelius 100 Gewichtstheile Sauerstoff als 1 Aequivalent dieses Elements betrachtet und darnach 1 Aequivalent Wasserstoff mit 12½, 1 Aequivalent Kohlenstoff mit 75 u. s. w. berechnet, was indessen Liebig zur Vermeidung großer Zahlen viel einfacher damit wiedergiebt, daß er das Atomgewicht des Wasserstoffs, als das geringste von allen, mit 1, und darnach den Kohlenstoff mit 6, den Sauerstoff mit 8 u. s. w. bezeichnet.

Wie hat man sich aber die Atome einfacher und zusammengesetzter Körper vorzustellen? Da sie eine verschiedene Schwere besitzen, so konnte man auch eine verschiedene Größe für sie annehmen. Diese Annahme wurde aber durch eine ebenso wichtige wie interessante Entdeckung der neueren Forschung bedeutend unterstützt.

Es ist wohl Jedem bekannt, daß verschiedene Körper, welche, mit dem Thermometer untersucht, eine gleiche Erwärmung zeigen, sich nicht in einer gleichen Zeit zu einem bestimmten Grade höher erwärmen lassen, wie wir es z. B. bei einer gleichzeitigen Erwärmung eines Kohlen- und eines Metallstückes deutlich sehen. Die neuere Forschung hat nun aber gefunden, daß die Zeit und somit die Menge Wärme, welche ein Körper zur Erwärmung bis zu einem bestimmten Grade braucht und welche man specifische Wärme nennt, von dem Atomgewicht des Körpers abhängt, daß hiernach also 1 Pfund Blei mit dem Atomgewicht 103 etwa 17 mal, 1 Pfund Kupfer mit dem Atomgewicht 31 etwa 5 mal und 1 Pfund Schwefel mit dem Atomgewicht 16 nur 2⅔ mal weniger Wärme braucht, um etwa von 10 Grad bis auf 11, 12 u. s. w. Grad erwärmt zu werden, als unter ähnlichen Umständen 1 Pfund Kohle, deren Atomgewicht bekanntlich 6 beträgt. Was nun anders, als daß in 1 Pfund Kohle auch verhältnißmäßig mehr Atome enthalten sind, als in 1 Pfund Schwefel, Kupfer und Blei, und daß somit die Atome des Kohlenstoffs auch verhältnißmäßig kleiner sein müssen, als die des Schwefels, Kupfers und Bleis; je kleiner aber die Atome eines Körpers sind, desto mehr Zwischenräume (Poren) gestatten sie auch der eindringenden Wärme, desto

mehr wird also auch davon erforderlich sein, um den Körper bis zu einem bestimmten Grade zu erwärmen.

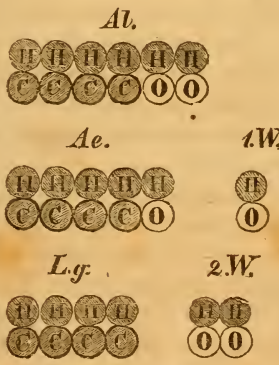
Ueber diesen interessanten Gegenstand wird die Physik noch mehrere Beispiele anzuführen haben; uns genügt jedoch vorläufig das obige Beispiel, um uns noch mehr die Wichtigkeit von der Kenntniß der Atomenzahlen einsehen, besonders aber uns ahnen zu lassen, wie die rechnende Natur an ein Gesetz so viele Bestimmungen zu knüpfen weiß, so daß in der richtigen Erkenntniß dieses Gesetzes uns zugleich auch die Erklärung und Nutzanwendung vieler anderer wichtiger Erscheinungen gegeben ist.

Wenn wir hier noch einer scheinbaren oder vielmehr einer nicht aufgeklärten Ausnahme erwähnen, so macht sich diese besonders bei den Gasen bemerkbar, also bei denjenigen Körpern, wo die Atome ohnehin in ungleich weiteren Entfernungen stehen, als dieses bei den flüssigen und namentlich bei den festen Körpern der Fall ist, bei welchen letzteren die Atome schon so nahe aneinander gerückt sind, daß von einer unbehinderten Bewegung hier nicht mehr die Rede sein kann. Die gasförmigen Elemente nämlich, wie Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, letzterer mit der Atomenzahl 14, bieten zwar unter einander dasselbe Verhältniß für die Erwärmung, doch erfordern sie dazu doppelt so viel Zeit, als in einem ähnlichen Fall die festen Elemente. Bei dieser Gelegenheit müssen wir noch bemerken, daß man sich bei den Gasen statt des Ausdrucks Atoms auch der Bezeichnung Volumen (Maß, Raumtheil) bedient.

Endlich haben wir auch noch die zusammengesetzten Atome etwas näher durch das Auge der Vergleichung und des gesunden, unbefangenen Urtheils zu betrachten. Hier wissen wir zunächst, daß wir nur die Atomgewichte der Bestandtheile zu addiren brauchen, um genau das Atomgewicht ihrer Zusammensetzung zu erhalten, wie uns das Atomgewicht von Wasser = 1 und 8 = 9, das Atomgewicht von Schwefelsäure = 16 und 3 mal 8 = 40 bewiesen hat. Erwägen wir dieses, so liegt auch die Voraussetzung sehr nahe, daß ein zusammengesetztes Atom, z. B. 1 Atom Wasser oder 1 Atom Schwefelsäure verhältnißmäßig größer sein muß, als die Atome ihrer Bestandtheile. Was dagegen die Gestalt der Atome betrifft, so läßt sich hierüber noch nichts mit einiger Sicherheit bestimmen;

jedenfalls sind sie so gestaltet, daß sie in ihrer Aneinanderlagerung diejenigen regelmäßigen Gestalten erzeugen können, wie wir sie in den Krystallen bewundern.

In der Regel denkt man sich die einzelnen Atome der einfachen Körper rund und nimmt an, daß sie erst in ihrer weiteren Aneinanderlagerung krystallinische Formen bilden, wie z. B. die Atome des Schwefels die prismatischen Schwefelkrystalle (vgl. I, S. 22) bilden. Freilich gewinnen wir hiernach noch keine Vorstellung von den zusammengesetzten Atomen der chemischen Verbindungen, wenn es uns auch möglich ist, verschiedene Kügelchen so aneinander zu reihen, daß wir uns durch die Trennung einzelner Kügelchen die chemische Zersetzung eines so zusammengesetzten Atoms sehr deutlich vergegenwärtigen können. So sehen wir in Figur 31 zunächst



Figur 31.

1 Atom Alkohol (*Al.*) durch 4 Atome Kohlenstoff (*C.* = Carbon), 6 Atome Wasserstoff (*H.* = Hydrogen) und 2 Atome Sauerstoff (*O.* = Oxygen) verdeutlicht, und begreifen nun, wie sich von diesem Atom Alkohol ohne Schwierigkeit 1 oder 2 Atome Wasser (*W.*) trennen können, um 1 Atom Aether (*Ae.*) oder 1 Atom des bekannten Leuchtgases (*Lg.*) zu bilden.

Denken wir uns zur Vervollständigung dieser gegebenen Beispiele die Atome des Leuchtgases auf die mannigfachste Weise an einander gelagert, so gewinnen wir endlich noch eine Vorstellung

von der nicht geringen Anzahl der aus Kohlenstoff und Wasser ganz gleich zusammengesetzten (isomerischen) Substanzen, welche sich unter den ätherischen Oelen und unter den Theerbestandtheilen so bemerkbar machen.

31.

Die Farbenlust und die Farbenwandlungen in den Natur- und Kunsterzeugnissen.

Nachdem wir in unseren früheren chemischen Unterhaltungen dem Geschmacks- und dem Geruchssinn unsere Aufmerksamkeit geschenkt haben, ist es billig, daß wir unsere eigentliche Chemie der Künste und Gewerbe damit beginnen, was sie dem Auge zur Freude und Erquickung zu bieten vermag. Hier ist es aber vor allen Dingen das reiche Farbenmaterial der belebten und der todten Natur, das sie vor uns entfaltet und woran wir uns mehr erfreuen, als wir es uns immer eingestehen.

Je bunter das Spielwerk und der Kittel, desto lebhafter die Freude des Kindes darüber; das junge Auge macht keinen Unterschied zwischen einer Harmonie und Dissonanz — einer sogenannten Stimmung und Verstimmung der Farben. Das Wohlgefallen an dem bunten Farbenprunk hört jedoch in den späteren Jahren nicht auf, wenn es sich auch namentlich im Norden hinter das Graue und Schwarze, überhaupt hinter die unbestimmten Farben zu verstecken sucht. Namentlich könnte das schöne Geschlecht selbst in einer ewigen Nebelatmosphäre seinen überwiegenden Sinn für den geheimnißvollen, zauberhaften Reiz der Tinten nicht verleugnen; sogar in der Toilette einer ehrwürdigen Matrone wird sich noch immer etwas finden lassen, was sie als eine besondere Verehrerin des Farbenschmuckes charakterisirt. Daher die bunten Gewänder der Frauen, wenn diese sich in einer lebensfrischen, heiteren Stimmung fühlen; daher aber auch der rührende und deshalb oft gemißbrauchte Ausdruck ihrer Entsagung und Trauer, wenn sie sich in das Graue oder Schwarze, ja in das völlig Farblose hüllen.

Doch bleibt auch, wenn wir diese interessante Betrachtung weiter verfolgen, die Wirkung unseres nordischen Himmels und seiner weniger üppigen Natur nicht ohne Einfluß auf den Farbengeschmack der Frauen. Während die glühende Orientalin unter einem dunkeln, heißen Azurhimmel mit dem Scharlach und Goldgelb ihrer Blumen, Früchte und Vögel zu wetteifern trachtet und, um die bunte Schöpfung zu überbieten, sich mit der keckſten Zusammenstellung der schönsten Farben schmückt, leitet die Nordländerin in der Regel ein milderer, nachgiebigerer Sinn. Ohne das Veilchen, die Rose und die Lilie, den Zeisig und den Fink in deren Farbenzauber überragen zu wollen, sucht sie mehr nach einer innigeren, sanfteren Harmonie der Tinten, durch welche sie ihre Reize für sich und die Welt zu erhöhen wünscht. Freier und fesselloser bewegt sie sich dagegen in den Kunstleistungen ihrer Perlen-, Seiden- und Wollenstickereien, als wollte sich ihre Farbenliebe wieder für das Opfer ihrer Selbstverleugnung entschädigen, das sie in Bezug auf die Färbungen ihrer Kleider, Tücher und Bänder dem Charakter ihrer nordischen Lebenswelt darbringt, die sich, wie schon bemerkt, nur zu gern hinter die unbestimmten Farben zu verstecken sucht.

Wie aber die liebenswürdigen Frauen unserer Zone auf ihre Ruhekissen, Lehnstühle, Teppiche, Ofenschirme und viele andere Gegenstände einer zierlichen Wohnung den ganzen Farbenprunk des Orients hinzaubern, so finden auch ihre ernsten, geschäftskalten Männer ein eigenthümliches Behagen, wenn sie sich daheim in einen bunten Schlafrock hüllen und dazu noch unter einer scharffarbigen Mütze und in einer ebenso farbigen Fußbekleidung ihr haussväterliches Ansehen geltend machen können. Es ist, als wenn der kalt rechnende Mann des Nordens, welcher in der Außenwelt mehr oder weniger seinen Charakter und seine Leidenschaft verleugnet, bei der Heimkehr und mit dem Recht, seine Eigenthümlichkeit frei walten zu lassen, sich auch sofort der Huldigung der reinen, ungetrübten Farben und ihrer oft verwegensten Zusammenstellung hingeben müßte. So bewegt sich denn auch eine ganze Welt des Orients innerhalb der Mauerwände unserer Städte. Ein plötzlicher Feuerlärm während der Stille des Abends, und die nordischen Orientalen in ihren bunten Kaftans und Persermützen erscheinen bei einer solchen Ge-

legenheit ebenso an den Fenstern der Bel-Etagen von Berlin, Wien, Paris und London, wie einer jeden Provinzialstadt; ein Erdbeben hier oder dort, etwa um die Zeit der Nachmittagsruhe, und die gewerbsstillen Straßen oder die sogenannten Viertel der Noblesse würden mit einem Mal den reichsten orientalischen Farbenluxus in den durcheinander wogenden Gewändern entfalten, deren Träger zu einer andern Zeit in ihrem dunklen Rock und mit ihrem diplomatischen Gesichtsausdruck durchaus nicht daran erinnerten, daß sie im Geheimen die Farbenleidenschaft der Kinder und der Frauen in üppigster Weise theilen.

Wer könnte aber mit dem Hinblick auf den bunten Schlafrock und die bunten Pantoffeln eines nordischen Diplomaten oder sonst einer Größe unserer Civilisation behaupten wollen, daß in dem Wohlgefallen an dem bunten Farbenprunk ein barbarischer Geschmack sich kundgebe? In der That, der bunte Schlafrock spricht noch für eine gewisse ursprüngliche Gemüthsreinheit seines Trägers, wie denn auch die eheherrliche Bosheit in einem Scharlachgewande nur eine wohlthätige Beimischung von Komik gewinnt, welcher die kluge Hausfrau, ohne weitere Störungen des häuslichen Friedens, immerhin mit ihrem blumigen Morgenpantoffel entgegentreten darf.

So viel im Ernst und theilweisen Scherz über die Farbenlust, welche den Unterhaltungsstoff zu einem ganzen Buche liefern würde, uns aber genugsam den praktischen Werth einer genaueren Kenntniß der natürlichen und künstlichen Farbstoffe erkennen läßt, wie sie nur die Chemie zu gewähren vermag. Sprechen wir daher zuerst über das allgemeine Verhalten der Farbstoffe oder Pigmente, damit wir dieselben später um so leichter im Einzelnen unterscheiden und nach ihrer Beständigkeit und Unbeständigkeit würdigen können.

Das allgemeine Verhalten der Farbstoffe.

Mit dem lächelnden Frühling erwacht der Farbenzauber in dem Pflanzenreich, mit dem Herbst geht er meist zu Grabe; nur wenige Gewächse bewahren längere Zeit ihr wohlthätiges Grün, wie die unseren Weihnachtstisch schmückende Tanne, während unter den zarteren Gewächsen die sogenannten Immortellen ihren Blüthen-

schimmer trotz des vernichtenden Winters zurückhalten. Von einer beharrlicheren Natur scheint der Farbenzauber zu sein, welcher die Schwingen des Schmetterlings und die Federn der Vögel verherrlicht. Eine Pfauenfeder und sogar der bunte Falter im Glaskasten des Insektensammlers schimmern noch, wenn auch der Lebensprozeß, unter welchem sich ihr Farbenprunk gebildet, schon vor Jahren von ihnen geschwunden ist. Noch unwandelbarer, unveränderlicher erscheint uns aber die Farbe von vielen Mineralen, von Steinen und Erzen, die sich unserem Blick noch so unverändert darbieten, wie sie aus der chemischen Werkstatt im Innern der Erde vor vielen Jahrtausenden hervorgegangen sind.

Diese geringere und größere Dauerhaftigkeit der Farben, wie sie uns in den drei Reichen der Natur entgegentritt, beruht jedoch nur auf dem größeren oder geringeren Grad gewisser physikalischer und chemischer Einflüsse, denen ihre Stoffe ausgesetzt sind. Die Wassermalereien an den ägyptischen Mumien enthalten, ehe sie dem zerstörenden Lichte preisgegeben werden, noch eine Farbenpracht, als hätte sie der Künstler erst unlängst aufgetragen; andererseits kann man Blumen oft in der unverkümmerten Frische ihres Farbenprunkes viele Jahre bewahren, nachdem man sie in feinem Marmorpulver, womit sie sorgsam übersiebt worden, also mit Beseitigung des störenden Einflusses der atmosphärischen Luft, der Feuchtigkeit und des Lichtes, getrocknet hat. Während also selbst eine zarte Blume vor dem Verlust ihrer schönen Tinten geschützt werden kann, sehen wir dagegen ein und das andere Erz, das uns in seinem Farbenschimmer so unverwüstlich erschien, diesen plötzlich verändern, wo es der umbildenden Gewalt chemisch zersetzender Stoffe, ja oft nur der Einwirkung einer höheren Temperatur ausgesetzt wird.

Die Pigmente von dem Gesichtspunkt ihrer leichteren und schwereren Wandelbarkeit zu besprechen, wird eine unserer Hauptaufgaben sein, und wir hoffen, daß wir dadurch ebenso der sinnigen Unterhaltung des Farbenfreundes dienen, wie noch manchem Künstler einige nützliche Winke zur Erreichung der möglich größten Dauerhaftigkeit seiner Farbenmischungen geben werden. Vorher jedoch haben wir noch einige allgemeine Bemerkungen zu verfolgen.

Die organischen Farbstoffe, die Pigmente des Thier- und

Pflanzenreichs, sind meist sehr schwierig im reinen Zustande darzustellen. In der Regel sind sie mit andern organischen Substanzen aufs innigste verbunden, so daß ihre Trennung von diesen selbst dem geschicktesten Chemiker nicht immer gelingt. Diese fremdartigen Beimischungen haben aber bei der Verwendung der Pigmente wenig oder nichts Störendes, und es ist hier nur von Interesse, zu wissen, daß z. B. mehrere organische Pigmente, chemisch rein dargestellt, mehr oder weniger dunkle Krystalle bilden, welche zerrieben ein lebhaftes Blau, Roth, Gelb, Grün u. s. w. geben, während andere sich als dunkelfarbige, unkrystallinische Massen, besonders von harziger Natur, aus ihren Auflösungen niederschlagen.

Wichtiger, und zwar für ihre Gewinnung und Verwendung, ist ihre Unterscheidung als extractivstoffartige und harzige Farbstoffe, wobei erstere nur in Wasser oder verdünntem Alkohol, letztere dagegen in reinem Alkohol und Aether, oft auch in flüchtigen und fetten Oelen löslich sind. Man wird daher, um aus einem farbigen organischen Körper, etwa einer Blume, das Pigment zu gewinnen, denselben zuerst mit Wasser oder wässrigem Weingeist stehen lassen — digeriren; wird dadurch die Blume nicht entfärbt, so ist ihr Pigment meist harziger Natur und kann dann nur mit Alkohol oder Aether ausgezogen werden. Oft kann indessen ein farbiger organischer Körper ein extractivstoffartiges und ein harziges Pigment zugleich enthalten, und er wird demnach erst mit dem einen und dann mit dem andern Lösungsmittel zu behandeln sein.

Außerdem bedarf man bei der Gewinnung der verschiedenen organischen Pigmente oft der Mitwirkung von Säuren, oder auch von Basen, dem Gegensatz der Säuren. Diese sind vorzugsweise dann nöthig, wenn das Pigment nicht anders aus seinen Verbindungen mit andern organischen Substanzen geschieden werden kann, oder auch, wenn es sich erst unter der Mitwirkung der Säuren oder Basen zu einer bestimmten Farbe ausprägen soll. Ueber die hier vor sich gehenden chemischen Prozesse giebt uns unsere frühere Besprechung eines Marktschreier- und Taschenspielerkunststücks (vgl. I, S. 29, 38. u. 39) eine genügende Andeutung.

Wenn wir aber bei dieser Gelegenheit fragen, ob es nicht chemisch möglich sei, alle schönen prunkenden Farben der Blüthen-

welt wenigstens als so dauerhafte Pigmente darzustellen, wie wir ein solches im Indigo besitzen, so müssen wir hierauf mit „nein" antworten; dagegen vermag die chemische Kunst ebenso beständige wie prunkende Pigmente aus gewissermaßen ganz farblosen Stoffen zu bereiten, wie wir es in Folge sehen werden. Betrachten wir jedoch zuerst die größere und geringere Wandelbarkeit der Farben in der Pflanzenwelt.

Der leichtesten Wandelbarkeit unterliegen ganz besonders die extractivstoffartigen Pigmente. Namentlich sind hier die blauen Farben so empfindlich gegen die geringste Einwirkung von einer Säure, daß sie durch dieselbe sofort erröthen, während sich ihr Blau in der Berührung mit dem Gegensatz der Säure, also besonders mit einem Alkali, wie Ammoniak, Kali, Natron, in Grün, ja sogar bei einer schärferen Einwirkung in Gelb umwandelt. Degegen geben viele rothe Farbstoffe mit schwächeren Salzbasen, wie Kalkerde, Bleioxyd, blaue Pigmente, mit den Alkalien dagegen grüne; dabei haftet die durch Bleiessig aus den Beeren erhaltene Farbe oft mit großer Verwandtschaft an Wolle und Lein, so daß sie nur durch das Sonnenlicht und das Chlor, also durch die Bleichung, verändert wird.

Ist der Saft der Beeren an sich schon blau, so ist das ein Beweis, daß keine freie Pflanzensäure, wie Citronen-, Apfel-, Weinsäure, in ihnen enthalten ist.

Pflanzen, deren Früchte einen rothen Saft enthalten, verändern in der Regel auch das Grün ihrer Blätter beim Welken in Roth, wie es die Blätter der Kirschen und rothen Johannisbeeren zeigen. Der Farbstoff dieser Blätter giebt indessen mit den mineralischen Basen meist grüne und gelbe Verbindungen, während das Pigment der Kirschen und Johannisbeeren nur mit den Basen der leichten Metalle (Kali, Natron) die grüne, dagegen mit den schwereren Metalloxyden die blaue Farbe erzeugt.

Wie die blaue und rothe Farbe der Fruchtsäfte, so verhält sich auch das Blau und Roth vieler Blüthen; ebenso auch das Pigment des Blaukohls, der Oberhaut der rothen Radieschen, der Wurzel der rothen Rübe und einiger Färbehölzer. Die Farbenveränderung, welche die Blüthen des Veilchens, des Akelei, der Kornblume, des Lavendels über Essigdämpfen und andererseits über

dem flüchtigen Ammoniak (Salmiakspiritus) erleiden, geben die Unstätigkeit ihrer Tinten auf das unzweideutigste kund und gestalten das schöne Sinnbild der Treue, zu welchem wir das Blau erheben, wenigstens hier zu einem Trug. Nicht viel weniger dauernd ist das Roth der Rosen, Nelken und vieler andern Zierden unserer Gärten. Während zwar durch Zusatz einer Säure sich ihr Pigment nur erhöht, verändert es sich unter der Einwirkung von Alkalien ins Blaue, Grüne ja endlich ins Gelbe, und müßte so eigentlich nur als das Sinnbild einer Zuneigung betrachtet werden, die unter ungestörten Verhältnissen ihren glühendsten Höhenpunkt erreicht, dagegen unter anderen Interessen sich hinter die Verheißungen der Treue und der Hoffnung versteckt, bis sie endlich mit der Farbe der Täuschung, des Truges und der Lüge keck und unverholen hervortritt. Mag indessen unsere geneigte Leserin derartige Vergleichungen zu ihrer Unterhaltung weiter ausführen; wir wollen jetzt auch von der Nutzanwendung dieses Farbenwechsels sprechen.

Wie überhaupt keine Natureigenthümlichkeit uns eine gerechte Klage über sie gestattet, jede aber zum Nutzen und zur Freude des Menschen nur dann zu gereichen vermag, wenn er sie richtig erkennt und zu beherrschen weiß, so muß dieses selbst auch von der Unbeständigkeit vieler organischen Pigmente gelten, an denen sich unser Auge bleibend entzücken möchte. So wird man z. B. die blaue Tinktur der Veilchenblüthen und den fast farblosen weingeistigen Auszug der rothen Rose mit Sicherheit auf die Ermittelung von Säuren und Alkalien in Getränken anwenden. Der praktische Chemiker verdankt aber dieser Farbenwandlung die Möglichkeit vieler wichtigen Untersuchungen, die mittelbar und unmittelbar die weitere naturwissenschaftliche Erkenntniß und deren Segnungen förderten.

Die Empfindlichkeit auf Säuren geht namentlich bei dem Flechtenblau, Lackmus, so weit, daß seine Tinktur (vergl. I, S. 40) auch den hunderttausendsten Theil von Schwefelsäure in einer Auflösung anzeigt. Was die anderen Säuren betrifft, so stehen sie der Schwefelsäure in ihrer zersetzenden Wirkung auf den Lackmus und dessen Röthung bei einer verschwindenden Verdünnung wenig nach; selbst eine Flüssigkeit, die nur den zwanzigtausendsten

Theil ihres Gewichtes Kohlensäure enthält, wird noch eine merkliche Röthung in der etwa fünfhundertfach verdünnten wässerigen Tinktur des Flechtenblaues bewirken.

Der Lackmus unterscheidet sich jedoch dadurch von den andern sich durch Säuren röthenden Pigmenten, daß er durch Alkalien nicht grün wird, sondern blau bleibt, da sein Farbstoff bereits an ein mineralisches Alkali gebunden ist. Daher kann man den Lackmus zur Ermittelung von Alkalien in einer Flüssigkeit nur dann benutzen, wenn man ihn vorher durch eine Säure geröthet hat. Zu diesem Ende tröpfelt man zu einer konzentrirten Lackmustinktur so lange eine verdünnte Säure, gewöhnlich destillirten Essig, bis sie vollständig roth geworden; dann zieht man durch diese geröthete Tinktur Streifen von ungeleimtem Druckpapier, die man darauf im Schatten trocknet. Die blaue Farbe, welche dieses Papier beim Eintauchen in eine Flüssigkeit wiedererhält, kann dann nur von einem Alkali oder einer alkalischen Erde herrühren, selbst wenn diese an Kohlensäure gebunden.

In ähnlicher Weise braucht man bei chemischen Untersuchungen auch die Tinktur des Fernambuks oder Brasilienholzes. Der wässerige, blaßröthlichgelbe Auszug des Fernambuks wird durch Alkalien und alkalische Erden purpurroth und dann violett, die so gefärbte Tinktur dagegen durch freie Säuren wieder in die ursprüngliche röthlich gelbe umgewandelt.

Wie die erwähnten blauen und rothen Pigmente dienen auch einige gelbe als Erkennungsmittel oder Reagenzien. So wird namentlich die gelbe Farbe der Curcumatinktur und des Curcumapapiers durch eine Auflösung von reinen Alkalien und von vielen basisch wirkenden Metallsalzen rothbraun gefärbt. Aehnlich verhält sich die Rhabarbertinktur und das mit derselben getränkte Druckpapier.

Ungeachtet der Wandelbarkeit dieser Farbstoffe mag die Kunst der Färberei einige derselben nicht entbehren; sie sucht sie doch wenigstens an Basen zu binden, von denen sie nicht so leicht durch Säuren getrennt werden, oder sie vermischt sie mit andern dauerhaften Pigmenten. Wie dem aber auch sei, unsere Leserinnen werden oft die Farbenverwandlungen an blauen und violetten Zeugen, wenn sie mit rothen in Berührung kommen, beklagt haben; ja ein

solcher Farbenwechsel wird zuweilen eintreten, wo echt und unecht blau gefärbte Zeuge feucht zusammenliegen. Wie sollte das auch nicht geschehen? Ein echtes Blau wird nur zu oft mit dem in Schwefelsäure aufgelösten Indigo erzeugt; das unechte Roth aus dem Brasilienholz entbehrt ebenfalls nicht einer freien Säure. Das ursprünglich gelbrothe Pigment aus dem Kampeschenholz dagegen ist nur eben dadurch blau, daß es an eine basisch wirkende Beize (vgl. I, S. 38) gebunden worden. Je nach der geringeren und stärkeren Einwirkung einer Säure wird dann auch eine entsprechende Verwandlung des Blaus ins Grünliche und über dieses hinaus ins Röthlichgelbe stattfinden müssen. Ganz besonders dankbar muß freilich der Marktschreier dem Färber für die unecht blau gefärbten Zeuge sein, wenn er vor einem ihn anstaunenden Publikum die Wunderkraft seiner Seifen und Fleckwasser aufs unwiderlegbarste zu beweisen sucht.

Wir haben schon oben die mögliche Prüfung der Blumen auf ihre wandelbaren und mehr haltbaren Farben durch Essigdämpfe und flüchtiges Ammoniak angedeutet. Wie das Ammoniak wirkt auch der Tabaksrauch vermöge seiner flüchtigen organischen Pflanzenbase, des Nicotins, meist mit grüner Färbung auf dieselben. Diese interessanten Prüfungen hätte namentlich der Farbenkünstler anzustellen, der nach dauerhaften Pigmenten in den verschiedenen Blumen sucht. Zur Ermittelung des Farbencharakters der verschiedenen Tinkturen, welche, wie schon angeführt, durch ein Digeriren der Blumenblätter, theils mit Wasser oder gewässertem Weingeist, theils mit reinem Alkohol, oft auch mit Aether zu gewinnen sind, empfiehlt sich dabei ganz besonders das Verfahren des Taschenspielers, um aus einer und derselben Flasche eine blaue, rothe, grüne und endlich sogar eine ganz farblose Flüssigkeit zu gießen (vergl. I, S. 39).

Aehnlich dieser Untersuchung der größeren und geringeren Wandelbarkeit in den Pigmenten, welche die organische Natur uns liefert, ist die Prüfung der bereits gefärbten Zeuge auf deren echte und unechte Farben. Während die unechten, unbeständigen Farben erklärlicherweise sich nicht gegen die schnell bleichende Kraft des Sonnenlichtes, sowie den Einfluß der Luft, der verdünnten Säuren und gegen die Alkalien in der Seife, ja selbst oft nicht gegen

Wasser und Alkohol behaupten können, werden die echten Farben diese Proben befriedigend bestehen. Freilich aber hat die Echtheit der organischen Pigmente ihre Grenze, und so wird sich keine von ihnen namentlich gegen Chlor und Scheidewasser, das ebenfalls wie das Chlor desoxydirend oder sauerstoffentziehend auf sie einwirken kann, als beständig verhalten. Hiermit gelangen wir zu der zweiten Gruppe der organischen Pigmente, derjenigen, welche wir als die dauerhaftere zu bezeichnen haben.

Die Tugend der Beständigkeit oder vielmehr einer größeren Dauerhaftigkeit der Farben besitzen vorzugsweise die harzigen Farbstoffe. Es liegt in ihrer mehr zähen und klebrigen Natur, daß sie aus ihren ursprünglichen Verbindungen weder durch Basen, noch durch Säuren ausgeschieden werden können. Geschieht es aber, daß der Eifer und der Eigensinn des Chemikers dennoch über ihre Beharrlichkeit den Sieg davonträgt und den harzigen Farbstoff rein oder wenigstens an eine Beize gebunden gewinnt, so ändert dieser Stoff doch nicht so entschieden seine Färbung, wie es ein extractivstoffartiges Pigment thut, indem er sich hierbei meist nur erhellt oder verdunkelt, mithin einem Charakter zu vergleichen ist, auf den neue Verhältnisse keinen ändernden Einfluß üben. Aus dem erwähnten Grunde ist man auch über die chemische Natur mehrerer dieser dauerhafteren Pigmente noch nicht recht im Klaren.

Als dauerhafte Pigmente zeichnen sich, außer vielen gelben Farbstoffen der Blumen, auch noch der Indigo und das Grün der Blätter aus.

Der Indigo bleibt mehr oder weniger unempfindlich gegen die Einwirkung von mineralischen Basen, wenn man ihm nicht gleichzeitig durch das Licht oder durch einen der vielen desoxydirenden Körper, wie Phosphor, salpetrige Säure, Schwefelkalium, Eisenfeilspähne u. s. w., Sauerstoff entzieht; ferner vermischt er sich sogar recht geschwisterlich mit der rauchenden, d. h. der concentrirtesten Schwefelsäure, ohne irgend einem Farbenwechsel zu unterliegen.

Was das von Berzelius zuerst dargestellte Blattgrün (Chlorophyll) betrifft, so hat man den chemischen Prozeß seines Erröthens und Ergelbens in den herbstlich welkenden Blättern noch nicht genügend ermittelt, dagegen gefunden, daß es mit Metalloxyden

schön grüne und dauerhafte Farbenlacke zu geben vermag, auch unter einer stärkeren Einwirkung von Chlor sich nur bräunt. Aehnlich dauerhaft verhält sich auch das grüne Pigment in dem faulen Holz des Waldes. Nachdem es durch verdünntes Ammoniak aus dem grünen Holzmoder ausgezogen worden, schlägt es sich durch Zusatz einer Säure aus der Auflösung nieder und bildet ein dunkelgrünes Pulver, das nur in Alkohol oder kochendem Wasser einige Löslichkeit besitzt, mit Schwefelsäure eine olivengrüne Flüssigkeit giebt, aus der es sich durch Zusatz von Wasser mit schöner smaragdgrüner Farbe ausscheidet, und endlich weder durch Licht, noch durch den Sauerstoff der Luft verändert wird. Jedenfalls bringen der Indigo und das Blattgrün die Farben der Treue und der Hoffnung wieder zu Ehren, mit denen die so leichtfertig erglühende Rose und ihre zarten Geschwister nur vorübergehend kokettiren.

Auch die thierischen Farbstoffe unterscheiden sich von einander durch eine größere und geringere Wandelbarkeit. Der Karmin aus der Cochenille beweist schon durch seine Löslichkeit in Wasser und wässerigem Weingeist und durch seine Unlöslichkeit in Aether, fetten und flüchtigen Oelen, daß er zu den extractivstoffartigen Farbstoffen gehört und daher die Wandelbarkeit derselben in einer gewissen Weise theilt. Seine wässerige Lösung wird durch Säuren rothgelb, durch Alkalien violett gefärbt; mit der Thonerde im Alaun bildet er einen schönen rothen Lack. Ein größere Dauerhaftigkeit besitzt das in Alkohol und Aether lösliche Roth der Krebsschalen, nachdem es sich durch Erhitzung, durch Säuren, Alkalien, oder durch Fäulniß aus dem ursprünglich bräunlichgrünen Pigment gebildet. Doch das Roth der Krebse und das des Karmins — welch ein unendlicher Unterschied in der Wirkung auf ein farbensinniges Auge!

So viel über die chemische größere und geringere Wandelbarkeit der organischen Farben durch Säuren und Basen. Zur Erklärung dieses Farbenwechsels hat man die meisten organischen Pigmente als schwächere oder stärkere Säuren betrachtet, welche mit einer zugleich mit ihnen entstandenen Pflanzenbase eine farbige salzartige Verbindung bilden. Wird nun einem solchen natürlichen Pigment z. B. ein Alkali zugesetzt, so giebt die farbige Säure ihre

frühere Verbindung auf und bildet mit dem Alkali eine neue Farbe; durch eine fremde Säure aber wird sie ohne Ersatz aus ihrer ursprünglichen Verbindung verdrängt und kommt nun in ihrer eigentlichen Farbe, also als die rothe Farbe in den blauen Pflanzensäften, zum Vorschein.

Mit der Auffassung dieser Erklärung findet auch die Kunst der Färberei und die Bereitung der farbigen Lacke für die Malerei, der sogenannten Lasurfarben, ihr chemisches Verständniß. Was geht hier anders vor, als daß sich irgend eine farbige organische Säure mit einem mineralischen Oxyd, also mit einer haltbaren Base, zu einem farbigen Salz verbindet, das eine größere Dauerhaftigkeit besitzt, als das farbige Pflanzensalz, dazu aber noch durch seine mineralische Base eine gewisse Undurchsichtigkeit (Deckkraft) gewinnt, mithin, als Farbe verwendet, die ursprüngliche Farbe des Zeuges, der Leinwand u. s. w. nicht durchschimmern läßt, wie es nur zu sehr die sogenannten Saftfarben, bloße Auflösungen der durchsichtigen Pflanzenfarben in Gummiwasser, thun. Kurz der Färber erkennt in jener sauren Natur der natürlichen Pigmente die große Bedeutung der Beizen, wie der Thonerde aus dem Alaun, des Eisenoxyduls, des Kupferoxyds u. s. w. aus deren Salzen, als Bindungsmittel für seine künstlichen Pigmente, welche er meist dadurch erzeugt, daß er seine Zeuge erst in einer oft kochenden Auflösung der Beizen ruhen läßt und dann die mit der Beize durchdrungenen Zeuge mit einer Auflösung der organischen Farben tränkt. Der Kunstmaler wird aber hiermit den ersten Wink über die Ursachen der Farbenwandlungen erhalten, welche so peinlich für ihn und den Käufer seiner Bilder an denselben vor sich gehen, wenn er sich zum Schmelz und zum zarten Duft seines Kunstwerkes unchemisch der Lackfarben bedient hat, in welchen sich auch trotz der bindenden Kraft der mineralischen Basen und trotz eines vollständigen Eintrocknens die unbeständige Natur der organischen Farbstoffe nicht verleugnet.

Wünschen wir, da wir einmal beim Erklären sind, noch tiefer in die chemische Natur der organischen Farbstoffe einzudringen und die kühne Frage beantwortet zu wissen, wodurch überhaupt die Natur die reiche Mannigfaltigkeit der Farben in der belebten Schöpfung erzeugt, so scheint es uns zunächst, daß einige Forscher diese Frage

fast zu einfach beantwortet haben. Nach ihrer Ansicht sind die verschiedenen Pigmente, welche man in einem organischen Körper findet, mehr oder weniger als Arten einer und derselben farblosen Substanz zu betrachten; nur je nachdem der Sauerstoff in größerer oder geringerer Menge eine Verbindung mit diesem ursprünglich farblosen Stoff eingeht, werden im Innern des organischen Gewebes die Farben mit ihren Nüancen geschaffen. Als Beleg für diese Annahme kann freilich einer unserer dauerhaftesten Farbstoffe, und zwar der Indigo, dienen. Dieser entsteht nämlich aus einem farblosen Stoffe der Indigopflanzen, welcher sich erst nach einer Zerstörung der Pflanze unter dem Einfluß der Luft und des Wassers zu einem blauen Pigment umwandelt; der Indigo zeigt aber ausnahmsweise weder eine extractivstoffartige noch eine harzige Natur und unterscheidet sich überhaupt, wie schon angeführt, in seinem chemischen Verhalten zu sehr von den andern organischen Pigmenten, als daß seine Entstehungsart die der andern erklären könnte.

Wie dieses sich aber auch verhalten mag, blicken wir jetzt noch einmal auf die bunt schimmernde Blüthenwelt zurück, so wird sie in ihren Farbengeheimnissen unserem Verständniß um Vieles näher stehen. Mehr als der Sauerstoff wirkt, wie wir sehen, das Sonnenlicht auf ihre wundersame Entstehung ein, und zwar mit dem scharfen Unterschiede, daß es innerhalb des vollen Lebensprozesses die Bildung der Pigmente ebenso veranlaßt, wie es dieselben in den erstorbenen organischen Körpern zerstört. Je näher die Pflanzenwelt der Zone der heißen, senkrechten Sonnenstrahlen rückt, desto mannigfaltiger, glühender und prunkender ihr Farbenzauber; je weiter nach den Polargegenden zurückgedrängt, desto eintöniger und matter ihre Wiederspiegelung dessen, was die Sonnenleuchte als Regenbogenzauber in sich birgt. Wie fahl und unentschieden farbig daher auch die Blüthen und Blätter der Pflanzen, die im Dunkeln aufgewachsen; und ebenso dürftig und verschwindend erscheint auch der Farbenschimmer auf dem Haar und dem Gefieder der Thiere, die nur während der Nacht ihr waches Leben beginnen und vor den Strahlen der Sonne in die Dunkelheit der Nacht flüchten.

Wenn wir jedoch bei dieser Betrachtung der üppigen Blüthenwelt wieder sehen, daß eine und dieselbe Pflanzenart auf demselben

Boden und unter demselben Sonnenstrahl ihre Blüthen mit den verschiedenartigsten Farben schmückt, daß eine Georgine oder Tulpe im tiefsten Violett erscheint und die anderen sich in das lichte Gelb und Roth kleiden, während sie die vollste Uebereinstimmung in ihrer äußeren Bildung, in ihrem Verhalten gegen die Witterung und in ihrer Dauer kund geben, so trauen wir uns kaum nach einer Erklärung zu fragen, und dennoch liegt diese Erklärung näher, als jede andere.

Schon im Anfange des vorigen Jahrhunderts erfreuten sich die Blumenzüchter des mannigfaltigsten Farbenprunkes an ihren Aurikeln, Nelken und Tulpen, nachdem wenige Jahre vorher in England die Entdeckung gemacht worden war, daß durch die Uebertragung des Samenstaubes (Pollen) von einer gelben Aurikel auf die Fruchtknotennarbe einer schwarzen und umgekehrt Aurikeln von ganz verschiedener Farbe erzeugt werden könnten. Was von den Aurikeln galt, bestätigte sich ebenso auch bei den übrigen Blumensorten; ja man versuchte sogar die Samenstaubkreuzung verschiedener Pflanzenarten und gewann dabei die überraschendsten Erfolge, nur mit dem Unterschiede, daß die Abkömmlinge aus dieser Kreuzung als vollkommene Bastarde nicht weiter fortpflanzungsfähig waren, während aus der Kreuzung zweier Varietäten einer und derselben Art vollkommen fruchtbare Pflanzen hervorgingen.

Diese Entdeckung hatte zur Folge, daß man seitdem auch manche verkümmerte Fruchtsorte durch Kreuzung neu belebte und die landwirthschaftliche und Gartenkultur bedeutende Vortheile daraus erzielen konnte. Ohne jedoch hierauf jetzt näher einzugehen, verfolgen wir vielmehr sofort unsere obige Frage, und sehen, wie uns die Erklärung dieser eigenthümlichen künstlichen Farbenerzeugung in der Blüthenwelt fast von selbst entgegentritt. Was anders, als daß hier eine wenn auch verschwindend geringe Abweichung in der Bildung derjenigen Organe stattfindet, in denen sich die Farbstoffe zu bilden haben? Vermag ja schon eine Abweichung oder vielleicht eine geringere Entwickelung in den Fortpflanzungsorganen der Pflanzen, welche aus einer Kreuzung verschiedener Pflanzenarten hervorgehen, die Ursache zu sein, daß dieselben Bastarde bleiben!

Doch jetzt noch Einiges über die eigentlichen Malerfarben und das Verhalten der mineralischen Farbstoffe.

Wir haben aus einigen Andeutungen ersehen, daß die größere Beständigkeit der organischen Farben durch künstliche Mittel herbeigeführt werden kann, welche für die Färberei in den Beizen, für die Malerei dagegen in der dem Beizen ähnlichen Verlackung, dann aber auch in einer Gummirung und Durchgypsung der natürlichen Pigmente bestehen. Der Färber geht hierbei aber auch noch von der Erfahrung aus, daß nicht alle Zeuge, wie etwa Seide und Wolle, viele dieser Pigmente unmittelbar aufnehmen, sondern daß dieses erst dann geschieht, wenn die Zeuge dazu durch gewisse Salze, wie Alaunlösung mit Weinstein oder mit Bleizucker, empfänglich gemacht werden; der Kunstmaler dagegen bedarf durchaus für die reinen organischen Farbstoffe eines festen mineralischen Zusatzes, wenn sie nicht eben als sogenannte Saftfarben einen mehr farbig durchsichtigen Ueberzug über den vollkommen mineralischen Pigmenten bilden sollen, und so sind seine Lacke von Karmin, Krapp u. s. w. in der chemischen Zusammensetzung nichts anderes, als was der Färber unter seinen Beizfarben versteht. Was jedoch die vollkommen mineralischen Farbstoffe für die Malerei betrifft, so haben sie alle Vorzüge der Deckkraft, der Haltbarkeit und der Beständigkeit für sich, wenn der Maler sie richtig zu würdigen weiß.

In der That, wie an den gefärbten Zeugen, so wird sich auch an den Gemälden eine Echtheit und Unechtheit der Farben nachweisen lassen und erstere für des Malers gründliche Kenntniß des Farbenmaterials sprechen. Diese Kenntniß besaßen in einem hohen Grade die Künstler früherer Jahrhunderte, wie es noch heut zu Tage viele ihrer Gemälde durch die unverkümmerten Vorzüge der tiefen Sättigung und Klarheit, des bezaubernden Schmelzes und der lebendigen Wärme bekunden, und es gereicht der Technik jener Künstler zu einem um so gerechteren Ruhm, als sich die damalige chemisch-wissenschaftliche Erkenntniß der Farbenerscheinungen noch in der Kindheit befand und nur der regste Eifer der Beobachtung sie einigermaßen ersetzen konnte. Der Genialität vieler unserer jetzigen Maler ist es dagegen oft so wenig um den Gedanken der

Unsterblichkeit zu thun, daß sie weder die baldige Vergänglichkeit und Veränderung ihrer Werke, noch das Bewußtsein ihrer Unkenntniß in Bezug auf die Natur der Farbstoffe besonders beläßtigt, wenn — nur die Bilder die Zeit der Ausstellung und höchstens einige Jahre darüber der Farbenwandlung, Bleichung und Verdumpfung zu widerstehen im Stande sind; das Farbenmaterial ist ihnen ja eben nur ein simples Material — alles dagegen ihre Leistung und der Rausch der öffentlichen Bewunderung für heut und morgen. Mag sich daher auch immerhin der Mann der heutigen Naturforschung mit seinem chemischen Erkennen von Farbe und Stoff einem solchen Farbenmeister gegenüberstellen und ihm in der anschaulichsten Weise über den Bestand und Unbestand dieser und jener Farbenmischung einen Vortrag halten, der Pinsel des modernen Tizian wühlt sich vielleicht eben mit Wohllust in das kecke Gemisch von Bleiweiß, Krapppurper und dem zarten Karmin hinein, um nach dem Grundsatz:

„Wo sich das Zarte mit dem Starken paaret,
Da giebt es einen guten Klang —“

das schwindsüchtige Schamroth irgend einer sterblichen Schönen zu komponiren.

Was aber hierin von manchen namhaften Werken der Neuzeit gilt, wie oft leidet daran dieses und jenes theure Portrait, welches das Auge und das Herz noch künftiger Geschlechter erfreuen sollte! Mit unverkennbarem Leid hat schon Mancher der unvermeidlichen Verwandlung zugeschaut, welche die Zeit mit diesem oder jenem Gemälde, mit diesem oder jenem werthen Bildniß vorgenommen. Da half kein sorgsames Verhüllen und Verstecken vor dem zerstörenden Kobold des Lichtes und der feuchten Luft, kein Aufbewahren selbst an einem trocknen kühlen Ort, um es dem verderblichen Einfluß einer ungewöhnlichen Zimmertemperatur zu entziehen — die schöpferische Kraft des Künstlers brachte ihr Kind schon mit dem entschiedensten Todeskeim auf die Welt; der Zersetzungsprozeß einer unchemischen Farbenmischung setzte sich hier, wenn auch allmälig, so doch im Laufe von Monaten und Jahren, sehr bemerkbar fort; nichts konnte die einmal begangene chemische Sünde des Künstlers ungeschehen machen.

Ohne auf die chemischen Rücksichten näher einzugehen, welche

der Maler zur Erreichung des erforderlichen Schmelzes und der Weichheit seiner Farben zu nehmen hat, wollen wir uns chemisch nur darüber unterhalten, welche Mischungen er grundsätzlich vermeiden muß, und hier sind es dann zunächst die organischen Pigmente in den meisten Lasurfarben oder Lacken, die ihre Unverträglichkeit namentlich mit den reinen Metallfarben auf die mannigfachste Weise an den Tag legen. Während die reinen mineralischen Stoffe, wenn sie nicht eben krystallinischer Natur sind, die äußerste Dichtheit bieten, daher ganz besonders zur Deckung des Grundes sich eignen, bilden die vegetabilischen und animalischen Lasurfarben einen ungleich zarteren und dünneren Stoff, der trotz ihrer Thonerde mehr oder weniger durchscheinend ist und sich schon deshalb lediglich zum Ueberzug der derberen Farbenmasse empfiehlt. Abgesehen nun davon, daß bei einer Vermischung der beiden Farbengattungen nie der ersehnte Schmelz erreicht werden kann, indem hier die derbere Materie die feinere gleichsam erdrückt, muß eine nachtheilige Folge ihrer Vermischung darin liegen, daß die farbigen Metalloxyde den organischen Pigmenten entweder einen Theil Sauerstoff entziehen (desoxydiren) oder verleihen (oxydiren), was für dieselben eine Bleichung oder Verdunkelung herbeiführt. Hiermit würde zugleich auch bei den Metallfarben ein Wechsel ihrer Töne eintreten, da diese nicht minder von dem Grade der Oxydation (Vereinigung mit Sauerstoff) abhängen. Endlich aber bliebe neben dieser gegenseitigen stofflichen Einwirkung der entfärbende Einfluß des Lichtes nicht aus, und — im besten Fall hätte bei einer solchen Mischung der Künstler es nur dem Zufall zu verdanken, wenn das Bild in seiner Farbengebung so weit „glücklich ausfiele", daß sie für einige Zeit das feinere Auge zu täuschen im Stande wäre.

Wie sollen wir aber alle die chemischen Ursachen aufzählen, die unter den erwähnten Umständen das vollständige Mißglücken eines Gemäldes herbeiführen und oft jene bekannte Tragik des Malers verschulden, welche ihn nimmer den richtigen Farbenton finden läßt und, wie ein neckisches Gespenst, von einer Farbenmischung zur andern jagt? Denn wie oft ändert sich schon bei der erwähnten unchemischen Mischung der Farbencharakter unter dem Pinsel des Künstlers; wie oft beginnt das dämonische Spiel

einer Farbenwandlung, ehe er noch sein Gemälde mit der letzten Lasur zu verherrlichen denkt!

Wie die Mischung von organischen und rein mineralischen Farbstoffen, so kann auch die Vermengung letzterer unter einander die störendsten Farbenwandlungen nach kurzer oder längerer Zeit zur Folge haben und zwar besonders dann, wenn die einzelnen Pigmente zugleich aus verschiedenen Säuren und Basen bestehen. Es findet dann, namentlich unter Einwirkung einer feuchten Luft, nur zu leicht nach der doppelten Wahlverwandtschaft (vergl. I, S. 43) ein gegenseitiger Austausch der Bestandtheile statt, wobei die Säure eine andere Base und die Base eine andere Säure erhält und so, wenn dieses auch bei den eingetrockneten Farben nur sehr spärlich geschehen kann, jene Verkümmerung der ursprünglichen Farben entsteht, die die beste künstlerische Leistung werthlos macht. Freilich belehrt die Erfahrung den Künstler über diese und jene Unzulässigkeit von Farbenmischungen; doch können selbst ein jahrelanger Gebrauch und Verbrauch von Farben und das theure Lehrgeld von einer großen Anzahl verunglückter Bilder nicht den sichern Werth einer einfachen chemischen Kenntniß aufwiegen, welche wir hier mit wenigen Worten erfassen wollen. Vor allen Dingen ist aber hierzu die Kenntniß der chemischen Namen von den mineralischen Farben erforderlich, welche, wie wir es oft gesehen, meist auch die Bestandtheile der fraglichen Substanzen angeben.

Was es für eine Bewandtniß mit den Unterschieden eines Schweinfurter-, Neuwieder-, Wiener-, Englischgrün u. s. w. u. s. w. hat, wissen wir bereits aus einer früheren Unterhaltung (vergl. I, S. 35), wo wir in allen diesen Farbensorten chemisch nur ein arsenig-essigsaures Kupferoxyd erkannten; nicht viel besser empfehlen sich hierin ein Indisch-, Persisch-, Englisch-, Preußisch-, Nürnberger- und Engelroth, daß zum großen Ueberfluß noch Almagra, Colcothar, mineralischer Purpur, Todtenkopf u. s. w. heißt und im Wesentlichsten nichts weiter ist, als ein fein zertheiltes Eisenoxyd, und ebenso machen sich auch einige Bleisalze unter den Namen eines Kasseler-, Neapel-, Pariser-, Veronesergelb, wie auch eines Mineral-, Patent-, Königs-, Neugelb, Massicot u. s. w. sehr bemerkbar.

Freilich wird der Künstler noch immer gewisse Farbennüancen

an diesen chemischen Präparaten unterscheiden, je nachdem sie diesen oder jenen Namen führen, da die Farbstoffe, als nicht chemisch reine Präparate, oft noch manche Zumischungen bei ihren verschiedenen Darstellungsweisen erleiden. Wie dem aber auch sei, der Künstler wird mit der Kenntniß der chemischen Namen sein Farbenmaterial ungleich mehr bei seinen Mischungen beherrschen können, wenn er sich mit den Bestandtheilen, welche ihm der Name angiebt, noch als Hauptregel merkt, ohne eine vorherige Probe nicht solche Farbstoffe zusammenzumischen, welche keinen Bestandtheil gemein haben, weil dort nur zu leicht ein Austausch der Bestandtheile nach der doppelten Wahlverwandtschaft eintreten kann. Demnach versteht es sich auch von selbst, daß z. B. alle Metalloxyde, wie Zinkoxyd, Bleioxyd, Eisenoxyd, Kupferoxyd (Bergblau, Bremerblau), Kobaltzinnoxyd (Kobaltgrün), wohl sicher mit einander, nicht aber gut mit einem Schwefelmetall, wie Schwefelquecksilber (Zinnober), Schwefelkadmium und Schwefelarsen (Realgar und Rauschgelb), vermischt werden können; und ebenso wird auch der Künstler die salzartigen Verbindungen unter den mineralischen Farbstoffen nur dann auf der Palette und auf der Leinwand ohne die Gefahr einer chemischen Zersetzung und Farbenwandlung zusammenmengen können, wenn sie entweder eine und dieselbe Base oder eine und dieselbe Säure besitzen.

Verträglicher in den Gemischen mit Farbstoffen von ungleichen Bestandtheilen sind die verglasten salzartigen Verbindungen. Dahin gehören unter andern die Smalte und das Ultramarin; die Smalte, auch unter dem Namen Königsblau, Eschel und Kobaltglas bekannt, wird aus Kobaltoxyd, Potasche und Sand zusammengeschmolzen; das Ultramarin, welches man auch etwas widersinnig blauen Karmin nennt, wurde früher aus dem seltenen Lasurstein (Lapis Lazuli) gewonnen, gegenwärtig ist es aber meist ein künstliches Produkt aus Kieselsäure, Thonerde, Natron und einer sehr geringen Menge Schwefelsäure.

Mit Erwähnung des Ultramarins gelangen wir zu einer neuen interessanten Betrachtung, und zwar zu der der Farbenerzeugung aus Stoffen, welche sich als besonders farbige eben nicht bemerk-

bar machen. Worin liegt die Ursache, daß Dinge, die an sich farblos sind, in ihrer Vereinigung die schärfsten Farben bieten? Wie kann oft eine geringe Beimischung von Eisen und Schwefel in der Verglasung der Thon- und Kieselerde mit Natron eine so herrliche Farbe wie das Ultramarinblau, hervorrufen, oder vielmehr, physikalisch aufgefaßt, wie kann hier diese Beimischung die ganze Masse bestimmen, von allen farbigen Lichtstrahlen des weißen Lichtes, wie wir sie im Regenbogen kennen lernen, nur das reine Blau zurückzuwerfen — zu reflektiren, wobei sie zugleich die anderen farbigen Strahlen einzusaugen hat? Diese Frage hat die Forschung noch zu beantworten; wenn es ihr aber dabei zugleich gelingen sollte, ein allgemein gültiges Gesetz dafür zu finden, warum der eine Körper durch seine Bestandtheile so und nicht andern farbig erscheint, so würde dadurch die Kunst der Farbenbereitung ihre höchste Stufe erreichen. Bis dahin wird der Farbenkünstler nur seinen Erfahrungen folgen und die Erzeugung eines neuen brauchbaren Pigments blos als die Sache einer vereinzelten Erfindung betrachten können. Nicht aber die Vereinigung verschiedener Körper, sondern auch Wärme, Elektrizität und ebenso andere noch unbekannte Ursachen rufen die verschiedenartigstnn Farben an den Körpern hervor, wie es folgende Andeutungen und Experimente uns veranschaulichen werden.

Wird in eine Auflösung des höchst giftigen ätzenden Chlorqueckſilbers, des sogenannten Aetzsublimats, Schwefelwasserstoff geleitet, so muß sich nach der doppelten Wahlverwandtschaft der Wasserstoff mit dem Chlor und der Schwefel mit dem Queckſilber vereinigen. Das Schwefelqueckſilber fällt hierbei als ein unlösliches *schwarzes* Pulver nieder. Wird aber nun dieses Schwefelqueckſilber einer trocknen Destillation unterworfen, d. h. sublimirt, so schießt es in der Vorlage als eine metallisch glänzende *braune* oder *schwarzrothe* krystallinische Masse an. Diese ist der bekannte Zinnober, wie er sich auch in der Natur gebildet vorfindet, und, nach der Farbenwandlung zu schließen, nicht als die Erhärtung einer geschmolzenen Queckſilber- und Schwefelmasse, sondern als ein Sublimationsprodukt derselben aus dem feurigen Laboratorium der Erdtiefe hervorgegangen ist. Beim Zerreiben nimmt darauf der Zinnober eine *hochrothe* Farbe an und bewahrt diese

auch auf der Leinwand des Künstlers mit unvergänglicher Frische, wenn derselbe ihn rein und nicht etwa mit farbigen Sauerstoffverbindungen aufgetragen hat. Wird dagegen der präparirte Zinnober in einer dünnen Glaskugel so lange erhitzt, bis ein Theil davon zu sublimiren beginnt, und kühlt man darauf die heiße Masse mit dem Glase plötzlich in kaltem Wasser ab, so verwandelt sich das rothe Schwefelquecksilber aufs neue in das schwarze und bleibt es bei der feinsten Zertheilung, ohne daß durch das Wasser irgend eine chemische Veränderung mit ihm vorgegangen ist.

Aehnlich verhalten sich die Farbenwandlungen des Indigoblau. Dieses bildet bei der Sublimation einen schönen purpurfarbenen Rauch und verdichtet sich zu ebenso farbigen Krystallen, welche dann erst in der Zertheilung unter dem Reibstein oder in siedendem Alkohol wieder blau werden. Außerdem charakterisirt sich der gute Indigo noch durch den Kupferglanz, den er durch das Ueberstreichen mit einem glatten Körper, etwa dem Nagel, annimmt.

In einer verschiedenen Dichtigkeit kann die Ursache des Farbenwechsels nicht liegen, denn sonst müßten z. B. die Farben des Indigorauchs und der Indigokrystalle eher von einander abweichen, als die des gestrichenen und zerriebenen Indigo's. Ebenso wenig befriedigend hat man auch diese eigenthümliche Farbenwandlung dadurch erklärt, daß man sie einer Atomenverschiebung zuschrieb. Fände etwa nicht beim Zerreiben und beim Streichen des Indigo's dieselbe Atomenverschiebung statt?

Befriedigender schon erklärt man sich die Abweichung der Farben in einem und demselben Körper aus einer größeren und geringeren Reinheit desselben. So findet man unter den Diamanten, welche bekanntlich krystallinischer Kohlenstoff sind, außer den vollkommen farblosen auch gelbliche, bräunliche, rosenrothe, grüne, blaue, ja auch schwarze. Freilich wird es die Kasse dem forschenden Chemiker nicht so leicht gestatten, durch Verbrennung mehrerer verschiedenfarbiger Diamanten zu ermitteln, welche Stoffe diese fremden Beimischungen sind, oder ob überhaupt die mannigfachen Farbentöne in den einzelnen Stücken von einer solchen Beimischung herrühren.

In vielen Fällen entsteht eine solche Farbenwandlung unter

der unmittelbaren Wirkung des Lichtes oder der Wärme. So wird der Phosphor, von gelblicher Farbe, durch das Licht geröthet, und dies erfolgt nicht nur in dem luftleeren Raum des Barometers, sondern auch im Stickstoffgase und in allen sauerstofffreien Flüssigkeiten, wie z. B. unter Steinöl. Ebenso fällt er auch aus seiner Lösung im Aether oder in fetten Oelen, wenn diese dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, als ein rothes Pulver nieder, wobei namentlich die violetten Lichtstrahlen die Farbenwandlung begünstigen.

Interessanter ist noch der Farbenwechsel, welchen der Stahl in der Hitze erleidet. Wird nämlich eine Stahlklinge an der Luft erhitzt, so läuft sie erst mit hellgelber, dann dunkelgelber, purpurner, violetter und endlich mit dunkelblauer Farbe an, was man das Anlassen des Stahls nennt und wonach man den Grad der Härte bestimmt, den derselbe beim Abkühlen im kalten Wasser annehmen soll. Aehnlich wechselt ein blankes Kupferstück über einer Weingeistflamme seine Farbe. Die Ursache des Farbenwechsels in beiden letzten Fällen ist aber schon darin zu suchen, daß sich hier dünnere und dichtere Schichten einer Sauerstoffverbindung mit dem Eisen und mit dem Kupfer bilden.

Hiermit sind wir zu dem Räthsel der Farbenbildung durch chemische Verbindungen zurückgekehrt, wie wir sie in der Smalte und in dem Ultramarin bewundert haben. Aehnlich der Smalte- und Ultramarinbereitung ist auch die Bereitung des farbigen Glases, indem die Glasmasse mit einer geringen Menge von diesem oder jenem Metalloxyd zusammengeschmolzen wird. Wollen wir aber derartige Versuche im Kleinen anstellen, so bedienen wir uns dazu am besten des als Flußmittel bekannten Borax, des borsauren Natrons, indem wir davon ein Stück an einen Platindraht heften und dasselbe durch Verdunstung seines Krystallwassers vor der Flamme des Löthrohres zu einer Glasperle zusammenschmelzen lassen. Feuchtet man diese Glasperle an und überschüttet sie darauf mit einem Pulver von Eisenoxyd, so erhält man eine fleischrothe Färbung der Glasperle; mit Eisenoxydul würde jedoch die Glasperle flaschengrün, mit Kobaltoxyd blau, mit Braunstein aber, je nach dessen Menge, violett oder braunschwarz werden, während die Glasperle, mit Bleioxyd

(Bleiglätte) zusammengeschmolzen, gar keine besondere Färbung dadurch erhält.

Ebenso verschieden sind die Farben, welche die Salze einiger leichten Metalle der Flamme vor dem Löthrohr verleihen. Wenn man z. B. ein Kalisalz auf Platindraht der Spitze der inneren Flamme aussetzt, so wird die äußere violett; Natronsalze färben dieselbe unter denselben Umständen gelb; Kalk- und Strontiansalze roth. Namentlich ist das durch letztere erzeugte rothe Feuer schön kaminroth, weshalb man sie auch bei Feuerwerken gern anwendet. Diese durch Wärme erzeugte Farbenwandlung dient oft zu einer sicheren Erkennung der Metalle.

Wie indessen vor dem Löthrohr, so zeigt sich diese Verschiedenheit der Farben auch in der Flamme des Weingeistes, wenn einige dieser Metallsalze damit vermischt werden. So ertheilt Kupfersalz wie auch Borsäure der Flamme des Weingeistes eine grüne, Strontiansalze aber eine rothe Farbe. Die in Weingeist unlöslichen Salze bewirken nur dann eine Färbung der Flamme, wenn man sie fein gepulvert dem Spiritus zumischt und durch Umrühren mit einem Glasstab in demselben schwebend erhält. Ein schreckhaftes Gemisch von vielerlei lichten Farben erhält man, wenn man den Weingeist mit einem gepulverten Kupfersalz und Schwefel mengt und das Gemisch während des Brennens mit einer Ruthe peitscht. Endlich können wir es bei den meisten Verbrennungsprozessen beobachten, daß die Körper bei einem schwachen Luftzuge, also bei einer geringeren Einwirkung des Sauerstoffs, mit blauer, bei einer freieren Berührung mit der Luft und daher bei gesteigerter Hitze mit gelber Farbe brennen; je rascher aber die Verbrennung fester Körper vor sich geht, desto mehr nähert sich die Flamme dem weißen Licht, und so erreicht auch das Feuer des in Sauerstoffgas verbrennenden Diamanten fast den weißen reinen Glanz des Sonnenlichts. Bei dieser Gelegenheit müssen wir zugleich beachten, daß eine Flamme nur dort entstehen kann, wo die brennbaren Körper bei ihrer Verbindung mit Sauerstoff die Gasform annehmen, da die Flamme nichts weiter als ein brennendes Gas ist.

Endlich haben wir hier noch der sogenannten sympathetischen Tinten zu erwähnen, welche an sich fast farblos, durch eine ge-

ringe chemische Veränderung auf dem Papier mit einer deutlichen Farbe hervortreten. Schreibt man nämlich mit der verdünnten, blaßrothen Lösung des Chlorkobalts, so verschwinden die Buchstaben, wenn sie beim Trocknen nicht alle Feuchtigkeit verlieren; dies geschieht erst, wenn man sie erwärmt, wo dann die Schrift mit blauer oder schöner grüner Farbe hervortritt. Daher verschwindet die Schrift wieder, wenn man sie anhaucht. Andererseits kann ihr Erscheinen auch dadurch hervorgerufen werden, daß man sie über frisch gebranntem Kalk oder starker Schwefelsäure hält, wodurch ihr Wassergehalt ebenfalls entzogen wird. Diese sympathetische Tinte kann, beiläufig bemerkt, leicht auf die Weise dargestellt werden, daß man einen Theil Kobaltoxyd in Salpetersäure auflöst, die Auflösung mit acht Theilen Wasser verdünnt und einen Theil Kochsalz hinzufügt, wobei das gebildete salpetersaure Kobaltoxyd in Chlorkobalt umgewandelt wird.

Ebenso wird eine mit Bleizuckerlösung ausgeführte Schrift auf Papier unsichtbar sein, dagegen schwarz werden, sobald man sie über Schwefelleber hält, wo der freiwerdende Schwefelwasserstoff in ihr das schwarze Schwefelblei erzeugt. So kann auch endlich unter anderem die Galläpfeltinktur die Rolle einer sympathetischen Tinte spielen. Wenn man nämlich die mit ihr geschriebene unsichtbare Schrift mit einer Auflösung von Eisenvitriol überstreicht, so muß sie sich, durch ihre Verbindung mit dem Eisenoxyd, als die gewöhnliche Schreibtinte bemerkbar machen (vgl. I, S. 40).

32.

Die praktische Verwendung der Farbenmaterialien. Die Bereitung der Lacke, Tuschfarben, Firnisse u. s. w.

Es giebt nicht so leicht eine erfolgreiche Praxis, ohne eine gehörige Erkenntniß und Kenntniß der Sache selbst, kurz ohne eine verständige Theorie; ebenso wenig können wir uns eine verständige Theorie denken, wenn sie sich nicht praktisch bewährt. Derjenige, welcher sich nur damit begnügt, z. B. nach bloßen Rezepten seine Farben zu bereiten und anzuwenden, wird in vielen Fällen sich

entweder in seinen Erwartungen getäuscht sehen, oder im Fall eines erwünschten Gelingens mehr Zeit, Mühe und Mittel brauchen, als Jemand, welcher, mit der Natur der Materialien vertraut, leicht alles Erforderliche zu einer erfreulichen Farbenbenutzung herauszufinden vermag. Die Zeiten sind vorüber, wo wir, gleich den Chinesen, mit der größten Peinlichkeit nach jahrhundert- oder sogar jahrtausendalten Vorschriften unsere Künste nnd Gewerbe betrieben; was sonst ein mechanisches Umherprobiren oft erst im Laufe von vielen Menschenaltern als das Brauchbarste herausfand, das durchschaut man heut zu Tage in den meisten Fällen nach einer ungleich kürzeren Zeit eines Experimentirens, bei welchem die Naturerkenntniß das herrschende Wort führt; da aber die Naturerkenntniß gleichzeitig viele Mittel und Wege entdeckt hat, um ein und dasselbe Fabrikat darzustellen, so haben sich auch so viele Vorschriften und Rezepte angesammelt, daß wiederum nur der Naturerfahrene im Stande ist, die beste und sicherste Angabe für seine Zwecke auszuwählen. Diese Erfahrung machen unter anderem nicht allein die Farbenkünstler, denen die technischen Journale fast täglich neue und billigere Materialien und Verfahrungsweisen empfehlen, sondern auch mit ihnen alle diejenigen, welche, wie die thätige Hausfrau, diese oder jene Farbenkunst im Kleinen betreiben. Selbst das Schönfärben eines Bändchens, wenn die Farbe daran dauerhaft und gleichförmig haften soll, erfordert ein gewisses chemisches Wissen, das sich nicht aus einem Rezeptbuch für Färberei erlernen läßt. Und so versuchen wir es, in diesem Kapitel dasjenige auf die unterhaltendste und einfachste Weise zu erfassen, was das eigentlichste Wesen unserer Farbenkünste bildet, unter denen die Färberei die chemisch wichtigste Rolle spielt.

„Nur wenn die Körper flüssig sind, können sie sich chemisch verbinden," heißt ein alter chemischer Grundsatz. Die chemische Verbindung kann indessen schon eintreten, wenn auch nur einer dieser Körper flüssig ist, da es hier ja einzig und allein darauf ankommt, daß irgendwie eine Berührung der einzelnen Atome möglich wird. Dieses hat nun auch der Färber zu berücksichtigen. Er kann die Farbstoffe nur in einem flüssigen Zustande mit seinen Zeugen vereinigen und bereitet sich daher in der Farbebrühe (Farbebad, Farbeflotte) eine Auflösung der Pigmente. Außerdem

muß er aber wohl wissen, welche Farbstoffe eine größere und wieder auch eine geringere Anziehungskraft zu Seide, Wolle, Leinen u. s. w. besitzen, denn mit manchem Zeuge verbindet sich dieses oder jenes Pigment so schwach, daß sich die Farbe schon mit gewöhnlichem Wasser ganz leicht auswaschen läßt. In der Regel aber besitzt Wolle und auch Seide zu den Farbstoffen eine innigere Anziehung, als Baumwolle und besonders Leinen.

Doch würde dem Färber die Unterscheidung der verschiedenen Färbegrade der Pigmente wenig nützen, wenn ihm nicht die Chemie die Mittel böte, jene Färbegrade oft sehr bedeutend zu verstärken, und diese Mittel sind die uns schon bekannten Beizen, deren Natur darin besteht, daß sie sowohl zu diesem oder jenem Zeuge, wie auch zu dem Farbstoff eine bedeutendere Anziehung besitzen, als Zeug und Farbstoff für einander haben, und daß diese Beizen oder Bindemittel daher die Rolle wahrhafter Vermittler zu einer echteren Freundschaft und Liebe zwischen Zeug und Farbstoff spielen. Kurz, die Beizen machen die meisten Farben erst fest und möglichst dauerhaft, wenn der Färber noch außerdem sich merkt, in welchen Fällen es zweckmäßiger ist, das Zeug gleichzeitig mit einer Mischung von Beize und Farbstoff zu tränken, oder das Beizen des Zeuges früher als das Färben desselben vorzunehmen, oder endlich früher zu färben als zu beizen. Freilich aber vereinigen die Beizmittel die Farbstoffe mit dem Zeuge nicht ohne eine Farbenwandlung, und so ist es auch hier die Aufgabe des Färbers, wohl zu wissen, welcher Art die Beizmittel sein müssen, um diese oder jene gewünschte Farbe oder Farbennüance an den natürlichen Pigmenten hervorzurufen.

Sehen wir uns nun beiläufig in der Werkstätte eines Färbers um. Wir finden sie, wenn sie wohl eingerichtet ist, hell, geräumig und reinlich und in der Nähe eines fließenden Wassers liegend. Ganz besonders erregen hier unsere Aufmerksamkeit die großen Kessel und Küpen. Die ersteren sind meist von Kupfer oder auch von Messing; nur die zum Rothfärben bestimmten Kessel sind von Zinn oder wenigstens stark verzinnt, wie denn auch die Zinnsalze ganz besonders dann zur Beize gebraucht werden, wenn sie an den röthlichen Pigmenten ein schönes Roth hervorrufen sollen; die Küpen, zuweilen bis 18 Fuß tief und 13 Fuß weit, bestehen gewöhn-

lich nur im unteren Theil, wo sie dem Feuer ausgesetzt sind, aus Kupfer, während die obere Einfassung von Holz ist. Außer den Deckeln, Rührstangen bemerken wir auch hier und da über einigen der größten Kessel eine Winde angebracht, vermittelst welcher lange Stücke Zeug nach und nach in das Färbebad hinabgerollt werden. Außerdem bemerken wir auch unter anderm Netze und Einsatzkörbe zu dem Zweck, das Flecken der Kessel zu verhüten.

Ohne auf die weiteren Geräthschaften einer Färberwerkstatt zu achten, sehen wir beispielsweise, wie ein Färben auf die einfachste Weise ausgeführt werden kann. Hier interessirt die Hausfrau gewiß zunächst das Färben von Wolle und Garn mit dem so beliebten *sächsischen Blau*.

Um das sächsische Blau zu erhalten, nimmt man auf etwa 1 Pfund Wolle 1½ Loth Indigo, zerreibt denselben zu einem Pulver und schüttet dasselbe zu kleinen Mengen in 6 Loth rauchende Schwefelsäure in ein gläsernes Gefäß unter einem öfteren Umrühren mit einem gläsernen Stäbchen. Obgleich alle organische Substanzen durch Schwefelsäure verkohlen, besitzt doch eben der Indigo die Eigenthümlichkeit, hier nicht nur unzersetzt zu bleiben, sondern sogar mit der Schwefelsäure eine besondere Säure, die *Indigoschwefelsäure*, zu bilden, welche mit Kali ein schönes blaues Salz, den sogenannten *blauen Karmin*, giebt, der zwar in reinem, jedoch nicht in salzhaltigem Wasser auflöslich ist. Die vollständige chemische Vereinigung des Indigo's mit der Schwefelsäure findet indessen nicht gleich, sondern nach etwa 48 Stunden statt, nachdem man die Mischung gut verdeckt an einem mäßig warmen Orte hat stehen lassen, worauf sie dann auch dünnflüssig geworden sein wird.

Will man jetzt zum Färben schreiten, so bereitet man in einem reinen kupfernen Kessel ein Beizwasser durch Auflösung von 6 Loth Alaun in etwa 10 oder auch mehr Quart heißem Wasser und siedet das Zeug eine halbe Stunde darin. Während das Zeug nun in dem Beizwasser erkaltet, verdünnt man die Indigolösung zuerst mit wenig, dann mit 6 bis 8 Quart reinem Flußwasser, setzt 2 Loth gereinigte Potasche hinzu, erhitzt dieses Farbebad in einem kupfernen Kessel, bringt das angesottene gebeizte Zeug hinein und rührt es eine halbe Stunde lang umher; zuletzt läßt man aber

das Zeug in der Brühe so lange sieden, bis diese ihre blaue Farbe verloren hat, worauf man das Zeug herausnimmt und nach dem Erkalten in fließendem Wasser ausspült.

Hiermit haben wir die ganze Kunst, mit Indigo zu färben, noch nicht erschöpft; wie aber zur Erzeugung eines schönen Indigoblau's, so giebt es auch für die Erzeugung der andern Farben und ihrer Nüancen so viele Arten von Vorrichtungen und Verrichtungen, daß in der That eine jede Farbenbildung an Seide, Wolle, Baumwolle und Leinen für den Färber die Sache eines Studiums sein kann, wenn er was Gründliches in seiner Kunst wissen und leisten will. Indem wir dieses specielle Studium demjenigen überlassen, der es zu seinem Berufe erwählt, wollen wir jetzt zu einer allgemeinen Betrachtung der einzelnen Farbstoffe übergehen, wie sie uns so häufig im geschäftlichen Leben begegnen und mehr oder weniger unsere Aufmerksamkeit fesseln.

Beginnen wir nun unsere Farbenrevue mit dem Roth, so wird uns zunächst der Purpur der Purpurschnecke und die Karmoisinfarbe des Kermes, eines schildlausartigen Insektes, interessiren, womit die Königs- und Festgewänder des Alterthums und des Mittelalters prunkten. Nach der Entdeckung Amerika's lieferte jedoch die Cochenille, ein besonders in Mexiko und Peru vorkommendes schildlausartiges Insekt, in ihrem Karmin das schönste, herrlichste Roth, wie wir uns seiner noch jetzt an den kostbarsten Gewändern und Tüchern unserer Frauenwelt erfreuen. Freilich ist auch noch in unserer Zeit die Cochenille ein zu theurer Farbeartikel, als daß nicht neben ihm auch der bekannte Krapp (Färberröthe), die gedörrte und gemahlene Wurzel einer sternblätterigen Pflanze, ein sehr geschätztes Färbematerial geblieben wäre, das unter andern Pigmenten, welche es enthält, vorzugsweise mit seinem Türkischroth oder Alizarin dem Auge zu schmeicheln im Stande ist. Außerdem wird auch noch, und zwar für die Seidenfärberei, der rothe Farbstoff des Safflors, Safflorroth oder Tassenroth, als ein sehr zartes Rosa gepriesen; leider ist dieses Tassenroth noch theurer, als der Karmin. Endlich liefern noch die Alkannawurzel, das Sandelholz, das Fernambukholz, die Orseille, ein präparirter Farbstoff aus mehreren Flechtenarten, und viele andere aus- und inländische Farbenmateriale ein

mehr oder weniger schönes und auch dauerhaftes Roth, wenn sie ein chemisch gebildeter Färber behandelt. Was dagegen die mineralischen Pigmente betrifft, so hat man in neuerer Zeit mit Jodqueckſilber eine schöne Aurorafarbe erzielt, welche sich besonders in Baumwollenstoffen als eine haltbare bewährt.

Das schönste, dauerhafteste Blau giebt der Indigo. Zur Zeit der Napoleonischen Continentalsperre, wo der Indigo im Preise sehr bedeutend stieg, versuchte man auch aus inländischen Pflanzen einen dauerhaften blauen Farbstoff zu gewinnen, und so bereitete man auch einen leidlichen Waidindigo aus dem Waid, der schon früher in Deutschland, namentlich in Thüringen, stark angebaut wurde; ja man gewann auch ein recht brauchbares Blau aus den Heidelbeeren, aus den Blüthen des Eibisch u. s. w., ohne doch damit einen Ersatz für den Indigo zu finden. Nur das mineralische Berlinerblau, auch Kaliblau genannt, kommt ihm in der Güte am nächsten, vorzüglich bei Wolle und Seide.

Gehen wir nun zu der dritten Hauptfarbe, dem Gelb über, so finden wir, daß uns hier die Pflanzenwelt am reichlichsten mit Materialien für die Färberei versorgt; doch sind es nur wenige, mit denen ein dauerhaftes Gelb gewonnen wird. Am meisten Anwendung findet die Quercitrone, die innere Rinde der Färbereiche, das Gelbholz, der Wau, der Orlean, die Färbescharte, der Ginster, die Gelbwurzel (Curcuma), der Sumach u. s. w. Als ein ganz besonders dauerhaftes und schönes Gelb hat man in neuerer Zeit das Berberin aus der Berberitzenwurzel angepriesen. Aus dem Mineralreich dagegen hat man seit Kurzem das Cadmiumgelb (Schwefelcadmium) und das Chromgelb (chromsaures Bleioxyd) für die Färberei in Anwendung gebracht.

Das sind die hauptsächlichsten Pigmente, welche der Färberei die drei Grundfarben, Roth, Blau und Gelb, liefern. Das Violette wird aus Blau und Roth, die Aurorafarbe oder das Orange aus Roth und Gelb und das Grün aus Blau und Gelb zusammengesetzt. Indessen kann man auch das Grün sofort aus der Rinde der gemeinen Esche, des Pappelbaumes und des Vogelbeerbaumes, wie auch aus dem Saamen des Wiesenklees er-

halten. Ein verschiedenes Schwarz und Grau wird erhalten, je nachdem man die Zeuge, nach der Beizung mit einer Lösung von Eisenvitriol, in ein stärkeres oder schwächeres Bad von Galläpfeln, Sumach, Haselnußrinde und ähnlichen gerbstoffhaltigen Pflanzentheilen bringt. Braun wird endlich aus Gelb, Roth und Schwarz zusammengesetzt. Doch kann man auch mit der Rinde und der grünen Fruchtschale des Wallnußbaumes, mit der Rinde der weißen Birke, mit der Tormentillwurzel und einigen anderen Pflanzenstoffen braun färben; ebenso hat man auch den Ruß aus den Schornsteinen und das essigsaure Braunsteinoxyd (Manganoxyd) zum Braunfärben verwendet.

So viel zur Uebersicht der wichtigsten Farbstoffe, welche besonders an den bunten Gewändern der Frauenwelt mit dem Schmuck der Blüthen zu wetteifern suchen, und nun zu einigen weiteren chemischen Experimenten, woraus wir mit Leichtigkeit ermessen können, welch eine bedeutende Rolle überhaupt das chemische Walten ebenso im Bereich der Farbenbildung, wie zur Erzeugung vieler anderer schönen und unschönen Erscheinungen spielt! Hierüber aber kann uns ganz besonders die Entstehung des Berlinerblaus belehren.

Wenn man trockene thierische Substanzen, Haare, Hufe, Leder, Leim, getrocknetes Fleisch oder Blut mit Potasche und etwas Eisen in einem eisernen Tiegel so lange glüht, bis die Flamme verschwindet, darauf die Masse wohl verdeckt abkühlen läßt und nun dieselbe mit Wasser auslaugt, so erhält man in der Auflösung ein gelbliches Doppelsalz, das in tafelförmigen Krystallen unter dem Namen Blutlaugensalz in den Handel kommt und aus blausaurem Eisenoxydul und blausaurem Kali besteht. Die Blausäure bildet sich hier aus den thierischen Substanzen dadurch, daß 14 Gewichtstheile ihres Stickstoffs sich mit 2 mal 6, also 12 Gewichtstheilen Kohlenstoff zu Cyan vereinigen und dieser Stoff nun mit dem Kalium der Potasche Cyankalium, und mit dem zugleich anwesenden Eisen eine Verbindung bildet, welche man Eisencyanür nennt; Cyankalium und Eisencyanür kann man aber auch ebenso blausaures Kali und blausaures Eisenoxydul nennen, weil, ähnlich dem Kochsalz (vergl. I, S. 43), hier bei Anwesenheit von Wasser das Cyan die Cyanwasserstoffsäure oder Blausäure giebt.

So sehen wir, daß aus den Substanzen, wie Fleisch und Blut, welche zu unserer Nahrung dienen, nicht allein das furchtbarste Gift, die Blausäure, sich bilden kann, sondern können uns aus dem Angeführten auch die Ursache dieser Bildung erklären. Was anderes, als daß die Gegenwart von einer so starken Base, wie Kali, den sonst so trägen Stickstoff zwingt, sich in der Glühhitze mit dem Kohlenstoff zu einem Körper zu verbinden, der, ähnlich dem Chlor, die Rolle einer Säure spielt? Durch einen ähnlichen Antrieb starker Basen muß sich ja auch, wie wir gesehen haben, der träge Stickstoff thierischer Substanzen in der gewöhnlichen Temperatur und bei der Anwesenheit von Wasser mit dem Sauerstoff der Luft zu Salpetersäure verbinden, während ohne die Einwirkung solcher starken Basen sich bei der Fäulniß thierischer Substanzen deren Stickstoff und Wasserstoff stets zu Ammoniak vereinigen. Freilich wird das giftige und die ebenso giftige Blausäure bildende Cyan bei seiner Entstehung sofort von dem Kalium und Eisen gebunden, wie auch die Salpetersäure bei ihrer erwähnten Entstehung sich sogleich mit der anwesenden Kalkerde, dem Kali u. s. w. vereinigt, so daß hier Salze, das Blutlaugensalz und der Salpeter, entstehen, welche aber nicht zu den gefährlichen Giften gehören, wiewohl schon das Cyankalium allein, selbst in einer sehr geringen Dosis, tödtlich wirkt.

Dieses als eine beiläufige, jedoch auch für den Farbenkünstler nicht unwichtige Bemerkung. Wie geht aber nun die Bildung des Berlinerblaus vor sich? Ganz einfach dadurch, daß man die Lösung des Blutlaugensalzes mit einer Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul (Eisenvitriol) mischt. Sobald dies geschieht, tritt die Schwefelsäure an das Kali und dessen Blausäure an das Eisenoxydul, welches dabei noch Sauerstoff aufnimmt und Eisenoxyd wird; es entsteht so eine blaue unlösliche Mischung von blausaurem Eisenoxydul und blausaurem Eisenoxyd, die als das bekannte Berlinerblau sich aus der Lösung niederschlägt. Will aber nun der Färber diesen Farbstoff benutzen, so kann er es nur dadurch, daß er zuerst seine Waare mit einer Auflösung irgend eines Eisensalzes, meist Eisenvitriol, beizt und dann die Waare in eine heiße Auflösung des Blutlaugensalzes taucht, wobei der oben

erwähnte Prozeß der Berlinerblaubildung an dem Zeuge selbst vor sich geht.

Die schöne blaue Verbindung könnte auch, freilich nicht für die Färberei gewonnen werden, wenn man Hammerschlag mit wässriger Blausäure längere Zeit in Berührung ließe, denn der Hammerschlag ist eine Mischung von Eisenoxydul und Eisenoxyd. Enthält dieses blaue Pigment keine fremdartigen Zumischungen, so nennt man es Pariserblau, zur Unterscheidung von dem Berlinerblau, das noch meist mit Thonerde vermischt ist. Fragen wir aber endlich nach der genaueren Zusammensetzung dieses künstlichen Farbstoffes, so hat die Untersuchung ergeben, daß es, nach der einfachen Atomenmischung aufgefaßt, aus 5 Atomen Eisen, 6 Atomen Cyan und 5 Atomen Wasser besteht, was, nach den Atomgewichten berechnet, die Summe von 5 mal 28 Gewichtstheilen Eisen, 6 mal 26 Gewichtsth. Cyan und 5 mal 9 Gewichtsth. Wasser giebt.

Kehren wir zu der Färbekunst zurück, so werden wir aus dem Angeführten leicht ermessen können, wie wenig einseitig auch der Färber in seinem chemischen Wissen sein darf, wenn er sicher in seiner Kunst fortschreiten will, ja wie chemische Experimente, welche seinem Interesse scheinbar ganz fern liegen, ihn mit den schönsten Farbenerzeugnissen für seine Kunst überraschen können.

So kannte man unter anderm schon seit mehreren Jahrzehnden das Schwefelcadmium als eine schöne, dauerhafte gelbe Farbe, ehe man dasselbe in der Färberei benutzte. Wird nämlich das Cadmiummetall, das dem Zink sehr ähnlich ist und auch in den Zinkerzen, wie Galmei, gefunden wird, in irgend einer Säure aufgelöst und die Auflösung mit Schwefelwasserstoff versetzt, so scheidet sich sofort das Schwefelcadmium (Cadmiumgelb) aus. Erst in neuerer Zeit verfiel man darauf, das Schwefelcadmium namentlich zum Färben von Seide zu benutzen. Die Seide wird nämlich mit einer warmen Auflösung des leicht löslichen Chlorcadmiums (salzsaures Cadmiumoxyd) getränkt, einen halben Tag darin liegen gelassen und darauf ausgerungen, in eine kalte wässrige Auflösung von Schwefelleber (Schwefelkalium) gelegt, wobei dann das schöne Schwefelcadmium, ebenso wie das Berlinerblau, nicht allein an dem Zeuge selbst sich chemisch erzeugt, sondern auch mit ihm aufs innigste verbunden bleibt.

In einer ähnlichen Weise hat man auch erst in neuerer Zeit das Chromgelb zum Färben angewendet. Das Chrommetall, zuerst im Rothbleierz entdeckt und wegen seiner schönen farbigen Salze nach dem Griechischen „Chrom" (Farbe) genannt, gehört nämlich zu denjenigen wenigen Metallen, welche, wie Arsen, Antimon, leicht Sauerstoffsäuren und somit auch verschiedene Salze geben. Wird nun eines dieser Salze, das käufliche chromsaure Kali, in Wasser aufgelöst, darauf ein Stück Zeug mit dieser Auflösung getränkt, dann getrocknet und nun in eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd (Bleizucker) gebracht, so verbindet sich die Chromsäure mit dem Bleioxyd zu dem unlöslichen chromsauren Bleioxyd, das als Chromgelb an dem Zeuge haften bleibt. Freilich ist diese gelbe Farbe eine etwas wandelbare, sobald sie mit einem Alkali, also auch mit der Seife, in Berührung kommt; es entzieht nämlich das Alkali (Potasche, Natron, Kalk) dem Chromgelb etwas Chromsäure, und dadurch verändert sich dessen Farbe in Orange. Deshalb wird, beiläufig bemerkt, auch der Maler sein Chromgelb nicht mit Kreide oder einer kalkhaltigen Farbe zusammenbringen dürfen.

Ein drittes interessantes Beispiel für eine mineralische Farbenerzeugung an den Zeugen giebt die Färbung mit dem feuerrothen Jodqueckſilber, welche nur dadurch ausgeführt werden kann, daß die Zeuge erst mit der Auflösung des äußerst giftigen ätzenden Chlorqueckſilbers (Queckſilbersublimat) geätzt werden und dann in eine Auflösung oder, wie der Färber sagt, in ein Bad von Jodkalium und Jodqueckſilber gebracht wird, worauf bei der Bildung des gelbrothen Jodqueckſilbers am Zeuge jede Spur seiner giftigen Sublimatbeize verloren geht, da ihr Chlor sich mit dem Kalium des Jodkaliums verbindet und in dem Bade aufgelöst zurückbleibt, während das Pigment selbst als eine unlösliche Substanz und innig mit dem Zeuge vereinigt keine gefährliche Wirkung mehr ausüben kann.

Die Sublimatbeize erinnert uns an die fast noch giftigere Beize von Arsenik und Arsenikſäure, welche unter anderem der Färber in Anwendung bringen muß, um theils die Zeuge für gewisse Farben recht empfänglich zu machen, theils ihnen nach einem Muster an einzelnen Stellen die Farbe zu entziehen. Wir brauchen

aber auch hier nicht zu fürchten, daß unsere Zeuge dadurch vergiftet werden könnten, da diese giftigen Beizmittel nicht die Bestimmung haben, an dem Zeuge zu haften und durch mannigfache Waschungen und chemische Operationen aus ihm wieder entfernt werden.

Gehen wir jetzt zu einer kurzen Betrachtung des Zeugdrucks über, so finden wir, daß auch hier auf die verschiedene chemische Anziehungskraft zu achten ist. Will man nämlich, daß ein Stück Zeug nur stellenweise nach einem bestimmten Muster gefärbt werde, so hat man die durch Stärke oder Gummi verdickte Beize vermittelst Formen, in welche das Muster eingeschnitten ist, auf das Zeug einzudrucken und das ganze Stück darauf in das bestimmte Farbebad zu bringen, wo dann die färbenden Theilchen in die gebeizten Stellen so haltbar eindringen, daß beim späteren Auswaschen und Bleichen des Zeuges nur diese Stellen gefärbt bleiben; beim Bleichen wird indessen nur die unrechte Seite der Sonne zugekehrt. Nach der Verschiedenheit der Beize fällt aber auch die Färbung in einem und demselben Farbebade verschieden aus. Hat man z. B. erst mit einer Form essigsaure Thonerde, welche man durch eine gemeinschaftliche Lösung von Bleizucker und Alaun erhält, und dann daneben mit einer andern Form essigsaures Eisenoxyd auf das Zeug gedruckt, so werden nach dem Ausfärben in einem Krappbade die ersteren Stellen roth, die letzteren aber braun erscheinen. Ebenso beizt man auch das ganze Stück und bedruckt dann einzelne Stellen mit einer Substanz, welche die Beize aus ihnen wieder entfernt, damit diese Stellen die Farbe nicht bleibend annehmen; zu diesen sogenannten Schutzmitteln verwendet man außer mehreren unschädlichen Beizen auch noch, wie schon erwähnt, einige sehr giftige. Diese wenigen Beispiele genügen, um es uns einsehen zu lassen, wie stets neu die Industrie in der Erzeugung bunter Stoffe bleiben kann.

Ein Wissen begünstigt das andere und so haben wir auch in dem oben Erläuterten das Hauptsächlichste angedeutet, was zur Bereitung der farbigen Lacke gehört; es kommt hier nur darauf an, die Farbstoffe der organischen Natur, besonders an Thonerde

gebunden, für sich darzustellen. So werden z. B. zur Bereitung des Wienerlacks 2 Theile Fernambuk und 1 Theil Alaun mit Wasser gehörig ausgekocht, dann wird die Brühe filtrirt und mit einer Potaschenlösung versetzt, worauf sich der rothe Farbstoff des Fernambuks mit der Thonerde des Alauns als eine unlösliche Substanz niederschlägt.

Die Saftfarben dagegen werden meist aus den farbigen Tinkturen unter Zusatz von einer klebenden Substanz durch Abdampfung gewonnen. Das Gummigutt ist eine natürliche Saftfarbe, indem hier das Pigment schon mit einem klebenden Gummi versehen ist. Freilich ist bei mehreren Saftfarben zur Erhöhung ihrer Farbe auch ein Zusatz von Alaun, Weinsteinsalz oder irgend eine andere Beize erforderlich. So bereitet man eine gelbe Saftfarbe dadurch, daß man eine Abkochung des Waus mit Alaun und Gummi versetzt. Eine rothe Saftfarbe wird dadurch bereitet, daß man fein geraspeltes Kampecheholz mit Alaunpulver mischt und das Gemisch in einer Lauge von Weinsteinsalz einen halben Tag weichen läßt, worauf man das ganze einkocht, die stark gefärbte Tinktur durchseiht und darauf mit arabischem Gummi versetzt. So ist ferner auch das Saftgrün nichts weiter, als ein grünes Extract, das man aus dem Safte der Kreuzdornbeeren mit einem Zusatz von Alaun durch eine gelinde Abdampfung erhält.

Den Saftfarben reihen sich die farbigen Tusche als Wasserfarben an, welche dadurch gewonnen werden, daß man Lackfarben oder mineralische Pigmente mit Gummi oder Leim aufs innigste zusammenreibt und dann in Formen drückt. Die feinste chinesische Tusche wird angeblich aus dem Ruß von brennendem Kampher und thierischem Leim verfertigt. Zur Bereitung einer vortrefflichen Tusche läßt man, nach einer neueren Angabe, Stücke von Handschuhleder in Wasser vollständig zerkochen, so daß sie nach dem Erkalten eine Gallerte geben, worauf man mit dieser Gallerte Lampenruß zu einer Tuschmasse aufs innigste verreibt.

Endlich haben wir uns hier noch die Pastellfarben zu merken, welche trocken mittelst Stifte aufgetragen werden. Hierzu werden die verschiedenartigsten Pigmente aufs feinste mit Wasser und Gypspulver zerrieben und dann zu Stiften ausgerollt, welche man im Schatten trocknet.

Freilich kann bei den meisten dieser Farbensorten, wie sie in den Handel kommen, nicht von einer besonderen Dauerhaftigkeit die Rede sein, wenn der ausübende Künstler nicht darauf achtet, woraus sie bereitet worden; am wenigsten werden sich jedoch, wie schon im vorigen Kapitel angedeutet, die organischen Lack- und Saftfarben empfehlen, wenn sie auch ohne Vermischung mit mineralischen Farben in Anwendung kommen. Während wir aber eine solche Prüfung der einzelnen Farbenpräparate auf ihre Dauerhaftigkeit dem Künstler selbst überlassen müssen, wollen wir noch einiges Wichtige über das Durchscheinen der Lasur- und über die Undurchsichtigkeit der Deckfarben erwägen.

So undurchsichtig auch viele Körper sein mögen, so können sie doch dadurch einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit erlangen, daß man sie in Flüssigkeiten taucht, welche mit jenen Körpern ein gleiches Lichtbrechungsvermögen besitzen, d. h. auf ein und dieselbe Weise die Lichtstrahlen durchlassen. So wird das undurchsichtigste Papier mehr durch Oel, als durch Wasser durchscheinend, obgleich letzteres ebenso begierig wie ersteres die Poren desselben durchdringt. Aehnlich wird zerstoßenes Glas in Terpenthinöl eine größere Durchsichtigkeit erlangen, als in Wasser oder Weingeist. Auf diesem physikalischen Gesetz der gleichen Lichtbrechungskraft beruht auch die Prüfung der Edelsteine, ob sie im Innern nicht rissig sind. Taucht man sie nämlich in Sassafrasöl, so werden sie so weit durchscheinend, daß man ihre innere Beschaffenheit, also auch etwaige Risse in ihnen mit Leichtigkeit wahrnehmen kann.

Diese Eigenschaft der Körper erklärt nun auch die größere und geringere Durchsichtigkeit der Lackfarben und einiger mineralischen Farbstoffe, je nachdem sie mit Oel oder mit Gummiwasser angerieben sind, und die Beobachtungen der verschiedenen Abstufungen der Durchsichtigkeit der Pigmente bei diesem und jenem austrocknenden Oel oder Gummiwasser wäre für den Kunstmaler von großer Wichtigkeit, insofern er dadurch den größeren und geringeren Schmelz bei seinen Farbentönen freier bestimmen könnte.

Die Deckkraft eines Pigments wird um so größer sein, je weniger die einzelnen Farbenatome durch ein durchscheinendes Bindemittel, z. B. das erhärtete Oel, von einander getrennt sind, und je weniger dieses selbst durchscheinend ist. Lagern sich die Farben-

atome ohne ein solches Bindemittel an einander, so wird ihre Deckkraft die größte sein. Aus letzterem erklärt sich die bedeutende Deckkraft der Farben, welche nur mit Wasser, Weingeist oder ätherischen Oelen aufgetragen sind. So läßt z. B. der Anstrich von Kalkmilch im nassen Zustande die untere Fläche völlig durchscheinen, nach der Verflüchtigung des Wassers aber besitzt der trockene zarte Ueberzug der Kalktheilchen eine Undurchsichtigkeit, wie sie oft selbst nicht die dicke Auftragung einer mit Leinölfirniß angeriebenen Metallfarbe zeigt. Aehnlich verhält sich ein Pigment mit Terpenthinöl aufgetragen; dieses läßt bei der Verflüchtigung nur eine dunkle Harzmasse zurück, deren Durchsichtigkeit eine fast verschwindende ist, während das ausgetrocknete Lein-, Nuß- oder Mohnöl eine schon merkliche Durchsichtigkeit bietet. Die größte Deckkraft mit den erwähnten fetten Oelen besitzen die farbigen Bleioxyde und Bleisalze, wie Bleiglätte, Chromgelb, Neapelgelb, Bleiweiß, während Schwerspath (schwefelsaure Baryterde), Gyps und Kreide mit jenen Oelen angerieben, sich mehr den Lasurfarben nähern.

Aber auch von der größeren und geringeren krystallinischen Beschaffenheit kann es abhängen, ob wir einen Farbstoff zu den Lasur- oder zu den Deckfarben zu rechnen haben. Die Durchsichtigkeit der Lösungen von extractivstoffartigen Pflanzenpigmenten ist eine bedeutendere, als die von harzigen, weil erstere meist krystallinisch sind; deshalb wird sich aber auch die Lösung eines solchen harzigen Pigments schärfer farbig, d. h. deckender darstellen. Ebenso wird der krystallisirte Grünspan in der feinsten Zertheilung mit einem fetten Oel mehr eine Lasurfarbe geben, während der unkrystallinische Grünspan ungleich mehr deckend sein muß. Selbst auch unter den Bleisalzen wird sich noch ein Unterschied in Bezug auf eine größere Deckkraft zeigen, je nachdem bei der Bildung dieser Salze die krystallinische Beschaffenheit derselben vorherrschte oder nicht.

Nach diesen praktischen Unterhaltungen über die Färberei und Malerei haben wir endlich noch Einiges über die verschiedenen Tinten, Holzbeizen und Firnisse zu erwähnen. In einer für Jedermann brauchbaren Chemie der Gewerbe und Künste kommt es vorzugs-

weise darauf an, das wundersame chemische Walten nicht einseitig zu erfassen, sondern es in einzelnen erklärenden Beispielen möglichst durch alle Zweige des geschäftlichen Lebens zu verfolgen, die uns dienstbar sind. Wenn wir daher auch nicht selbst färben und malen, oder uns diese oder jene Tinte, diesen und jenen Firniß u. s. w. zu bereiten brauchen, so gehört es doch nicht allein zu einer wahrhaft praktischen Geistesbildung, eine Vorstellung von dem chemischen Walten in den verschiedenen Gewerben und Künsten zu gewinnen, sondern wir lernen auch bei Dingen, die unserem spezielleren Interesse scheinbar fern liegen, noch vieles kennen, was uns in unserer Berufsthätigkeit manche Vortheile gewähren kann.

Was die Bereitung unserer *schwarzen Tinte* betrifft, so wissen wir bereits, daß man nur eine Galläpfeltinktur, welche Gerbsäure und Gallussäure enthält, mit einer Eisenvitriollösung zusammenzubringen braucht, um in dem sich bildenden gerb- und gallussauren Eisenoxyd den blauschwarzen feinen Niederschlag zu gewinnen, welcher durch etwas Gummi in der Lösung schwebend erhalten wird. Die sogenannte *englische schwarze Tinte* wird nur durch einen Zusatz von gepulverten Gewürznelken nicht schimmelig, da bekanntlich die Gewürze durch ihr ätherisches Oel fäulnißwidrig wirken; das Schimmeln wird deshalb auch bei jeder andern Tinte verhindert, daß man sie in Gefäßen hält, deren innere Wandungen mit Mastixfirniß überzogen sind. Was man endlich in neuerer Zeit *Alizarintinte* nennt, ist eine zum Theil mit Indigo bereitete Tinte, welche einen ganz unrechtmäßigen Namen trägt, da, wie wir wissen, Alizarin türkisch nur der schöne rothe Farbstoff aus dem Krapp oder der Färberröthe heißt.

Von ganz besonderem Werthe kann für Viele die *Unauslöschbarkeit* der Tinte sein, und diese wird meist durch einen Zusatz von Tusche oder Kienruß zu der gewöhnlichen Tinte erreicht. In neuerer Zeit hat man eine solche unauslöschbare Tinte auf die Weise hergestellt, daß man 1 Loth Gummi, ½ Loth Zucker und ½ Loth Bleizucker in 1 Pfund reinem Wasser auflöste und darauf Schwefelwasserstoff in die Auflösung hineinleitete, bis sie durch das sich bildende Schwefelblei vollständig geschwärzt erschien, worauf man das Ganze etwa eine Minute lang sieden ließ, mit

1 Quentchen Kienruß versetzte und nun diese Bleitinte mit einer gleichen Menge gewöhnlicher Tinte mischte.

Eine zum Zeichnen der Wäsche dienende Tinte wird aus salpetersaurem Silberoxyd (Höllenstein) und Gummiwasser bereitet; doch muß man die Stelle der Wäsche, auf die man schreiben will, vorher mit einer concentrirten Auflösung von reinem kohlensaurem Kali oder Natron befeuchten und dann trocken werden lassen, damit die Tinte nicht die Wäsche zerfresse.

Die rothe Tinte wird gewöhnlich durch eine Auskochung von Fernambuk, etwas Cochenille, Alaun und einer späteren Zumischung von etwas Gummi erhalten; sie bildet so eine Brühe, deren Röthe man noch durch einige Tropfen irgend einer Säure ebenso erhöhen, wie durch einen geringen Zusatz von Natron oder Potasche ins Violette überführen kann.

Wie wir uns eine schöne blaue Tinte bereiten können, lehrt uns die Bereitung des sächsischen Blaus (vgl. II, S. 42). Zur einfachsten Bereitung einer grünen Tinte brauchen wir nur feines Grünspanpulver mit Gummiwasser gleichmäßig zu mischen.

In neuerer Zeit hat die Kopirtinte und zwar zur Ersparung eines lästigen Abschreibens in Handlungsgeschäften eine Anwendung gefunden. Die einfachste Darstellung einer solchen Tinte besteht darin, das man in 3 Theile einer guten schwarzen Galläpfeltinte 1 Theil Kandiszucker auflöst. Bei dieser wie bei jeder andern Kopirtinte kommt es nur darauf an, daß sie viel Farbstoff enthält, um einen deutlichen Abdruck zu gestatten, und mit der gehörigen Menge einer klebenden Substanz vermischt ist.

Was endlich die Giftigkeit dieser oder jener Tinte betrifft, so kann sie uns für den gewöhnlichen Gebrauch eben kein Bedenken erregen; doch anders ist es, wenn mit einer giftigen Tinte, wie Grünspan-, Zinnober-, Opermenttinte, nicht allein die Färbung von Briefoblaten, sondern sogar auch von Zuckerbackwerken vorgenommen wird; eine solche Anwendung ist um so strafwürdiger, als zum Färben und Bemalen derartiger Dinge die Pflanzenwelt viele schöne und unschädliche Farben liefert, wie die Saftfarben aus den rothen und blauen genießbaren Beeren, das Gelb der Berberitzen und der Curcuma u. s. w.

Eine eigenthümliche Art von Färberei ist das Beizen des

Holzes, der Knochen u. s. w. und das Lackiren; was aber unser Interesse dafür betrifft, so erinnern uns schon unsere Möbel daran, daß uns ein Einblick in die Beiz- und Lackirkunst in mancher Beziehung nicht unerwünscht sein kann, wenn wir daraus auch nur ersehen, wie wir kleine Schäden an der Farbe und dem Glanz unserer Tischler- und Drechslerarbeiten ausbessern oder dieselben vor solchen Schäden sicherer in Acht nehmen können.

Die Kunst des Beizens beruht meist darauf, den verschiedenen Holzarten, wie auch dem Horn, Knochen u. s. w. eine andere Farbe als die natürliche zu ertheilen, ohne eigentlich die Oberfläche dieser Körper mit einer Farbe zu übermalen, insofern dabei an der Holz-, Hornfläche u. s. w. die ursprüngliche Zeichnung sichtbar bleiben soll. So bemüht man sich besonders darum, durch die Beize inländischen Hölzern eine Aehnlichkeit mit dem Mahagoni- und Ebenholz zu geben; doch hängt das Gelingen hier weniger von diesem oder jenem Beizrezepte ab, sondern vielmehr von der Beschaffenheit des Holzes.

Wie sehr unterscheiden sich schon das lockere Splintholz, das schon festere junge Holz und endlich das völlig reife harte Kernholz, welches letztere aus den um die Markröhre eines Stammes liegenden Jahreslagen oder Jahresringen besteht. Doch auch die Stärke und Dicke der Jahresringe stimmt bei den verschiedenen Holzarten nicht überein. In einem gemäßigten Klima und dazu noch auf einem feuchten fruchtbaren Boden werden die Bäume in jedem Jahr mehr an Masse gewinnen, deshalb auch stärkere Jahresringe besitzen oder, wie der Holzarbeiter sagt, grobdrähtig sein. Dann aber hat der Beizer noch ganz besonders die natürliche Färbung des Holzes zu berücksichtigen. Es wird sich z. B. ein Holz, das wenig hervorstechende Adern hat, zur Nachahmung des Ebenholzes vortheilhafter empfehlen, als ein starkaderiges.

Das Verfahren beim Beizen ersehen wir am einfachsten aus folgenden Angaben.

Will man nämlich das Birnbaumholz, welches sich zur Nachahmung des Ebenholzes vorzüglich eignet, schwarz beizen, so bürstet man dasselbe mit einer Abkochung von Brasilienholz, dem man etwas Alaun zugesetzt hat, ist aber hierdurch das Holz violett ge-

worden, so bestreicht man es zu verschiedenen Malen mit einem Essig, der in einem erhitzten Topf mehrere Stunden über Eisenfeile gestanden hat, also essigsaures Eisenoxyd enthält.

Das Ahornholz empfiehlt sich vor jedem anderen zur Nachahmung des Mahagoni. Um dessen Farbe dem Ahorn zu ertheilen, kocht man 2 Theile zerstoßene Krappwurzel und 1 Theil Gelbholz und überstricht mit dieser heißen Brühe das Holz, nach jedesmaligem Trocknen, so oft, bis es die verlangte Farbe erhalten hat. Das Anstreichen mit einer heißen Abkochung von 2 Theilen Krapp und 1 Theil Campecheholz und darauf das Befeuchten mit einer Potaschenlauge ertheilt dem Holz eine dunklere Mahagonifarbe.

In einer ähnlichen Weise verfährt man mit den andern Pigmenten, um Hölzer mit ihnen zu beizen. Man bedient sich aber auch des Scheidewassers, d. h. der wässerigen Salpetersäure, um eine schöne gelbe, oder auch braune Holzfarbe zu gewinnen; hierbei pflegt man das Holz nach dem Anstreichen am Feuer schnell trocknen zu lassen. Ebenso braucht man mineralische lösliche Farbstoffe zur Holzbeize. So beizt man blau, außer mit Indigolösung, auch vermittelst einer Auflösung von Grünspan in Essig, worauf das Blau auf dem Holz durch ein öfteres Ueberstreichen mit einer Potaschenlösung hervorgerufen wird. Grün dagegen wird das Holz, wenn man es in einer Farbenbrühe kocht, welche man durch ein inniges Zerreiben von Grünspan und Eisenvitriol mit Weinessig und darauf durch eine Verdünnung des Gemisches mit Wasser bereitet.

Auf ähnliche Art, wie die Hölzer, kann man auch Elfenbein und Knochen beizen. Horn wird so bunt wie Schildpatt dadurch gemacht, daß man mit einer Mischung von Mennige, ungelöschtem Kalk und Potaschenlauge diejenigen Stellen des Horns dick überstreicht, welche eben gebeizt werden sollen, und daß man nach dem vollkommenen Austrocknen des Teiges denselben dann mit der Bürste abreibt. Es gehört Geschicklichkeit dazu, mit jener Mischung Figuren auf dem Horn zu bilden, welche eine täuschende Uebereinstimmung mit denen auf dem Schildpatt, den Schalen oder Paddeln der Schildkröte, besitzen.

Um indessen die künstlichen Farben vor der zerstörenden Ein-

wirkung der feuchten Luft zu schützen, bedient man sich der verschiedenen Firnisse, womit man die Fläche überzieht, ehe man sie polirt. Diese Firnisse, auch Lackfirnisse genannt, werden durch eine Auflösung von Schellack, Sandarack, Mastix, Bernstein, Kopal und andern Harzen in Weingeist, oder in einem austrocknenden fetten Oel oder in einem ätherischen Oel, namentlich Terpenthinöl, erhalten. Unter dem gewöhnlichen Firniß versteht man ein austrocknendes fettes Oel, Wein, Leinöl, Nußöl, Mohnöl, das meist mit Bleioxyd (Bleiglätte) gekocht worden ist; durch dieses Kochen mit Bleioxyd erlangt das Oel die Eigenschaft, schneller zu trocknen und auch leichter die Harze aufzulösen.

Es versteht sich von selbst, daß die Harze sich sehr ungleich in den bezeichneten Flüssigkeiten lösen. Den Bernstein muß man erst grob zerstoßen, dann allmälig zum Schmelzen bringen und nun mit erwärmtem Terpenthinöl übergießen, will man ihn gehörig auflösen. Einen Kopalfirniß erhält man, wenn man Kopal mit heißem Leinöl durchrührt, die Mischung kocht und nach der nun erfolgenden Auflösung Terpenthinöl zusetzt; dieser Firniß empfiehlt sich besonders zum Firnissen feiner Malereien.

Durch farbige Harze, wie Gummigutt, Drachenblut u. s. w., erhält man gefärbte Firnisse, welche man ebenso auf Holz, wie auf Metallen anwendet. Ein sogenannter Goldfirniß zum Ueberziehen von Messing- und Bronzewaaren wird dadurch dargestellt, daß man 1 Loth Gummilack, ¼ Quentchen Drachenblut, 10 Gran Curcumawurzel mit 8 Loth möglichst wasserfreiem Alkohol vermischt. Bestreicht man mit diesem Firniß nach einerlei Richtung das Metall mit einem Schwamm und erwärmt es gleich darauf über einem schwachen Kohlenfeuer, so erhält es, bei einer geschickten Anwendung dieses Firnisses, bald das Ansehen einer Vergoldung.

So viel nun auch zum allgemeinen Verständniß der Firnißbereitung, welcher die Lackirkunst ihr Dasein und die Malerei eine nicht geringe Stütze verdankt. Bleibt uns hier endlich noch ein interessanter Gegenstand der Betrachtung übrig, so ist es die Glasfärberei, die Glas- und Porzellanmalerei und das farbige Emailliren.

In neuerer Zeit ist man in der Glasfärberei, in der sich schon im Alterthum die Aegypter sehr ausgezeichnet hatten, bedeutend vorgeschritten. Eine besonders wichtige Rolle spielt sie bei der Verfertigung unechter Edelsteine, wo es darauf ankommt, durch diese oder jene Metalloxyde auch in den Glasflüssen diejenigen Farben treu wieder zu erhalten, welche die Natur durch dieselben metallischen Beimischungen den echten Edelsteinen verliehen.

Die Grundlage für alle diese künstlichen Edelsteine bildet ein fast demantreiner Glasfluß, nach dem Namen seines Erfinders Straß genannt, den man durch Zusammenschmelzen von ungefähr 4 Theilen Bergkrystallmehl, 6 Theilen Mennige, 2 Theilen Potasche, $\frac{1}{6}$ Theil Borax und einem verschwindend kleinen Antheil Arsenik enthält. So bereitet man aus diesem Straß den künstlichen Topas (gelb) durch eine geringe Zumischung von gelbem Spießglanzglas und einem verschwindenden Antheil von Goldpurpur. Ebenso erhält man aus ihm einen herrlichen Smaragd (grün) durch eine Zuthat von reinem Kupferoxyd und einem sehr geringen Antheil Chromoxyd, einen Saphir (blau) durch eine sehr geringe Zumischung von Kobaltoxyd, einen Amethyst (violett) durch Braunstein, Kobaltoxyd und eine verschwindende Menge Goldpurpur, einen Aquamarin (meergrün) durch Spießglanzglas und Kobaltoxyd, einen Karfunkel oder Granat (dunkelfeuerroth) durch Spießglanzglas und etwas Braunstein und Goldpulver, und einen Rubin (roth) durch Braunstein.

Freilich gehört zu einer gelungenen Darstellung solcher Präparate ein weiter gehendes Studium der Chemie und eine wohl geübte Behandlung der betreffenden Materialien zu ihrer gleichmäßigen Vertheilung und Schmelzung. Was aber hier von der Färbung des genannten Glasflusses, des Straß, gilt, gilt auch von der Färbung der gewöhnlichen Glasmasse, wie wir es schon im vorigen Kapitel gesehen haben, wo zugleich noch die Oxyde des Wismuths, Eisens, Nickels u. a. m. keine geringe Bedeutung finden.

Zur Glas- und Porzellanfärberei bedient man sich der verglasten Farben, welche man durch Zusammenschmelzung der verschiedenen Metalloxyde mit einem leicht flüssigen Glase erhält. Diese Farben werden aufs feinste gepulvert und mit Terpenthinöl

zu der Consistenz angerieben, daß sie sich mit dem Pinsel auf Glas oder Porzellan leicht auftragen lassen; ist dies aber geschehen, so werden die aufgetragenen Farben in dem sogenannten Muffelfeuer eingebrannt, indem man nämlich die bemalten Geschirre in einen thönernen Behälter bringt und diesen der allmälig sich steigernden Hitze eines Glühofens aussetzt.

Was endlich das Versilbern, Vergolden und Platiniren des Porzellans betrifft, so hat man die betreffenden Metalle zuerst in einen pulverigen Zustand zu bringen. Dieses geschieht dadurch, daß man die Metalle in der erforderlichen Säure auflöst und dann durch eine stärkere Base niederschlägt.

Um z. B. das Goldpulver zu bereiten, löst man reines Gold, etwa das eines Dukaten, in Königswasser, einer Mischung aus gleichen Theilen Salpetersäure und Salzsäure, auf, und setzt nun so lange eine Potaschenlösung zu, als noch ein Niederschlag erfolgt. Dieser Niederschlag wird mit heißem Wasser auf einem Filtrum ausgewaschen (ausgesüßt), dann getrocknet und mit etwas gebranntem Borax und Terpenthinöl zu der erforderlichen Farbe angerieben, worauf es dann ebenso aufgetragen und eingebrannt wird, wie die obengenannten Farben. Aehnlich bereitet man das Platinapulver, während zur Auflösung des Silbers die einfache Salpetersäure erforderlich ist. Nach dem Einbrennen wird der metallische Glanz aber erst durch ein Poliren hervorgerufen.

Ein Weiteres über die Kunst der Vergoldung und Versilberung werden wir später kennen lernen, wo wir die chemische Wirkung der Elektrizität in der Galvanoplastik näher betrachten. Schließlich aber müssen wir noch die Kunstfertigkeit beachten, mit der man beliebige Kupferstiche auf Porzellan, Steingut und Glas wiedergeben kann.

Hierzu bereitet man aus den oben genannten verglasten Farben mit Lein- oder Nußöl eine Druckfarbe, trägt diese dann auf die Kupferplatte auf und druckt dieselbe auf Seidenpapier ab. Dieses noch feuchte Seidenpapier wird mit der Bildseite sofort auf die Fläche des Glases, Steinguts u. s. w. angepreßt, nachdem man dieselbe mit Terpenthinöl bestrichen, und nun kann das Papier mit Wasser von der Farbe abgelöst werden. Besser ist es noch, den Abdruck auf Papier zu machen, welches man vorher mit

einer reinen Seife überstrichen; preßt man ein solches Papier vorsichtig an die bestimmte Fläche und hebt es darauf ebenso vorsichtig wieder ab, so bleibt die frische Farbe zurück und wird nun, wie oben angegeben, eingebrannt. Bei kleinen Vignetten, Namen u. s. w., welche die Kupferplatte enthält, kann man sich statt des überseiften Papiers noch zweckmäßiger eines glatten Stückes Kautschuck bedienen.

33.

Die bleichende Kraft des Lichtes, wie des Chlors, der schwefligen Säure u. s. w. Die Daguerreotypie und Photographie.

Wir haben die Wirkungen des Lichtes auf die Erzeugung des reichsten Farbenprunkes in der Welt des Lebens, namentlich an dem Blüthenflor, bewundert; in der Welt des Todes tritt das Licht als ein Vernichter des schönen von ihm geschaffenen Farbenzaubers auf. Der Chemiker sieht in dieser Farbenvernichtung nur den Zersetzungsprozeß einer Substanz, die nicht mehr lebensfähig ist; vor allen organischen Körpern zeichnen sich aber ihre Farbstoffe durch ihre leichte Zerstörbarkeit in den Sonnenstrahlen aus, wobei sie einen Verlust an Sauerstoff erleiden. Hierin liegt die Ursache, warum wir die todten Blumen, deren Farbenprunk wir durch ein sorgsames Trocknen und Verstecken in der Dunkelheit gerettet, vor dem Sonnenstrahl zu bewahren haben, während wir bei ihrem Leben genöthigt waren, sie dem Lichte auszusetzen. Wie der Blumenzüchter mit seinen farbigen Zöglingen dem belebenden Sonnenblick entgegenlacht, so verschließt der Kräuter- und Blüthensammler vor demselben Licht die Fensterladen seines Kabinets, in welchem er die todten bunten Naturalien aus dem organischen Leben offen ausgestellt. Nicht weniger hat derjenige das Licht zu scheuen, der mit dem Farbstoff aus der Werkstatt des Lebens sein Gewand oder seine Bilder verherrlicht; so weit auch die Kunst der Färberei und Farbenanwendung überhaupt vorgeschritten, der Zerstörungs- oder Bleichungseifer des Sonnenlichts kann durch jene Kunst nur gemäßigt, nie aber ganz aufge-

hoben werden. So muß denn selbst auch der organische Farbenzauber einer begrabenen Kunstwelt erbleichen, sobald man ihn aus seiner Jahrtausende alten Finsterniß zur Bewunderung für die Welt an das Licht des Tages bringt!

Fragen wir nun, welche Lichtstrahlen besonders auf die todten organischen Pigmente eine bleichende Kraft ausüben, so finden wir diese am meisten in den blauen und violetten Strahlen. Bleichkünstler würden demnach manche sehr dankbare Resultate erzielen, wenn sie unter blauem Glas Versuche darüber anstellten. Die Eigenschaft des violetten und blauen Lichtes, die organischen Pigmente des Sauerstoffs zu berauben, zu desoxydiren, setzt übrigens nicht voraus, daß durch den Gegensatz dieser farbigen Lichter, durch das Gelb und Roth, wieder eine Oxydation (Sauerstoffaufnahme) bewirkt werden könnte. Man hat bis jetzt nur gefunden, daß das gelbe und rothe Licht sich in der betreffenden Beziehung mehr unthätig verhält.

Der chemische Einfluß des Lichtes bleibt auch bei vielen farbigen Mineralien nicht aus, nur daß eine Sauerstoffentziehung oder eine Zersetzung nicht immer eine Bleichung des farbigen Körpers zur Folge hat; oft tritt hier auch eine entschiedene Verdunkelung ein. Das violette und blaue Licht der Sonne äußert dabei, wie bei den organischen Pigmenten, die meiste zersetzende Kraft. So wird die goldgelbe Aetherlösung des salzsauren Eisenoxyds (Eisenchlors) durch das Sonnenlicht entfärbt; unter der Einwirkung der Luft und im Dunkeln erhält sie ihre Farbe wieder. Das Silberoxyd, oder die Verbindungen des Silbers mit Chlor, Brom und Jod dagegen werden im Sonnenlicht schwarz, indem sich dabei metallisches Silber ausscheidet, das sich im Dunkeln nicht wieder oxydirt und worauf die schöne Erfindung Daguerre's beruht. Entsprechende Veränderungen erleiden durch das Licht die farbigen Verbindungen der anderen edlen und mehrerer unedlen Metalle.

So unterliegt auch das gepriesene Berliner- und Pariserblau (blausaures Eisenoxydul, Eisenoxyd) der verderblichen Wirkung der Sonnenstrahlen. Die damit gefärbten Gewänder erbleichen mit der Zeit unter ihnen, können aber ihr Blau wieder erhalten, wenn sie an einem dunklen Orte aufbewahrt werden. Von Alkalien, also

auch von der Seife, wird das Berlinerblau ebenfalls entfärbt, jedoch nicht von Chlorwasser, welches das Blau in Grün umwandelt.

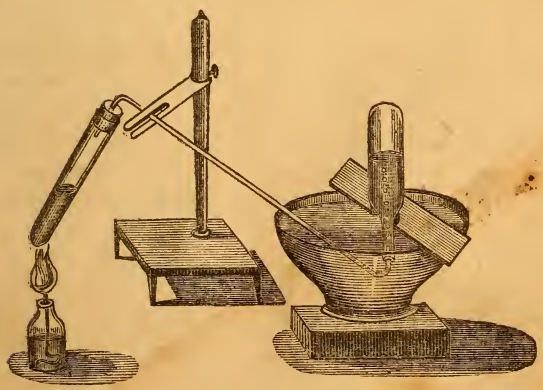
Wie durch das Licht, so treten auch durch die Wärme chemische Farbenwandlungen ein. Licht und Wärme unterstützen einander ebenso bei der Bildung der Farben, mit denen sie das Leben schmücken, wie bei der Zerstörung derselben an den todten Körpern. Bei den unorganischen Körpern, den Mineralien, entspricht aber die Wirkung der Wärme nicht immer der des Lichts. Während z. B. das weiße Chlorsilber durch das Licht zersetzt und schwarz wird, bleibt seine Zusammensetzung selbst in der Schmelzhitze unverändert und erhält sogar eine gelbliche Farbe. Das Goldoxyd, meist von dunkelbrauner Farbe, wird indessen ebenso vom Licht wie von der Hitze zersetzt, wobei jedoch das metallische Gold erst durch Drücken und Reiben gelb und metallisch glänzend wird. Bei der Auflösung des Goldoxydes in Glasflüssen erhalten diese, hier beiläufig bemerkt, eine schöne purpurrothe Farbe, obgleich auch bei dieser Gelegenheit sich der Sauerstoff von dem Golde trennt und dieses also rein metallisch auftritt; der sogenannte Goldpurpur, welchen man besonders zum Malen auf Porzellan und Email verwendet, wird von einigen Chemikern auch für nichts anderes, als fein zertheiltes Gold in Vermischung mit Zinnoxyd gehalten.

Dem Sonnenlicht in Bezug auf seine bleichende Kraft schließen sich ganz besonders das Chlor und dann die schwefelige Säure an.

Welch eine bedeutende Anziehungskraft zum Wasserstoff namentlich das Chlor vor den andern Salzbildern besitzt, haben wir schon früher kennen gelernt. Hiernach begreifen wir, worin seine eigentliche Zerstörungskraft auf organische Stoffe beruht, und müssen die Weisheit der erhaltenden Natur anerkennen, daß sie dieses Element nirgends frei, sondern stets an ein Mineral, besonders an das Natrium im Kochsalz, gebunden vorkommen läßt. Dieses ist auch die Ursache, wie Jahrtausende vorübergehen konnten, ohne daß die Chemiker eine Ahnung von dem Vorhandensein des Chlors, wie auch der andern Salzbilder, hatten, während die Chlorwasserstoff- oder Salzsäure, die einfach aus dem Kochsalz durch Destillation mit Schwefelsäure gewonnen wird, von Alters her bekannt war.

Erst seit der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kennt man das Chlorgas, und zwar in Folge eines Experiments, das ein deutscher Chemiker, Scheele, mit Braunstein (Mangansuperoxyd), Kochsalz und Schwefelsäure anstellte — mit einer Mischung, wie man sie noch gegenwärtig zur Destillation des Chlors in Anwendung bringt. Während nämlich zur Darstellung der Salzsäure nur eine stärkere, wasserhaltige Säure, wie Schwefelsäure, erforderlich ist, damit diese die schwächere Salzsäure aus der Verbindung mit dem Natron verdränge, dient ein Zusatz von dem sauerstoffreichen Braunstein nur dazu, den zur Entstehung der Salzsäure erforderlichen Wasserstoff zu binden und somit das Chlorgas in einen ungebundenen Zustand überdestilliren zu lassen. Freilich vergingen aber auch nach der Entdeckung des Chlors noch mehrere Jahrzehnde, bis man es in allen seinen eigenthümlichen Eigenschaften kennen lernte, wie denn auch erst im Anfange dieses Jahrhunderts es als ein Element erkannt wurde und wegen seiner grünlichen Farbe den aus dem Griechischen abgeleiteten Namen Chlor oder Chlorine erhielt, nachdem man es früher fälschlich oxydirte Salzsäure genannt hatte.

Zu kleinen Versuchen kann man sich das Chlor auf die Weise leicht darstellen, daß man in einer kleinen Glasretorte oder (vgl. die Zeichnung) in einem etwas weiten Probirgläschen 1 Quentchen

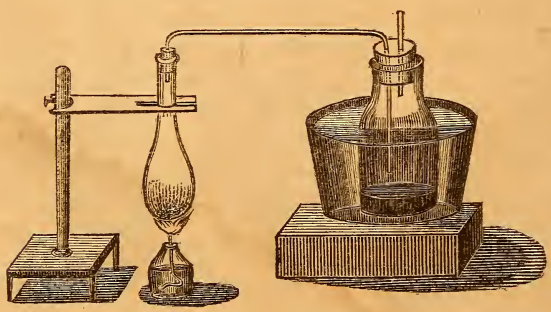


Figur 32.

fein pulverisirten Braunstein mit 1½ Loth Salzsäure übergießt, worauf das Gläschen mit einer Gasleitungsröhre versehen und das sich entwickelnde Chlorgas in eine mit warmem Wasser gefüllte Flasche aufgefangen wird, da sich das Gas mit warmem Wasser weniger leicht zu Chlorwasser mischt, als mit kaltem. Der chemische Prozeß der Chlorbildung besteht aber hier darin, daß sich der Wasserstoff der Salzsäure mit dem Sauerstoff des Braunsteins zu Wasser verbindet, wobei eine Hälfte des freiwerdenden Chlors entweicht, die andere Hälfte aber mit dem Braunsteinmetall (Mangan) eine Verbindung eingeht.

Füllt man eine Medizinflasche, die etwa 12 Loth kaltes Wasser faßt, bis ⅔ ihres Raumes mit dem Gase und schüttelt es dann mit dem zurückgebliebenen Wasser, indem man die Flasche einige Mal etwas lüftet, so erhält man das Chlorwasser, in welchem sich so viel Chlor aufgelöst hat, als das Wasser überhaupt einzusaugen vermag.

Dieses über die Gewinnung des Chlors. Was dagegen das zweite Bleichmittel, die schwefelige Säure betrifft, so bildet sich dieses Gas auf die einfachste Weise, wenn man ein Stück Schwefel verbrennt. Will man sich jedoch eine wässerige Lösung dieses Gases bereiten, so mischt man etwa 4 Loth unverdünnte Schwefelsäure, d. h. gewöhnliche englische Schwefelsäure, mit 1 Loth Kupferspähnen in einem weiten Probirgläschen und läßt, wie die Zeichnung zeigt, das sich hierbei entwickelnde Gas von



Figur 33.

schwefeliger Säure durch eine Gasleitungsröhre tief in eine Flasche ausströmen, die etwa ½ Pfund Wasser faßt. Das Wasser von gewöhnlicher Temperatur kann, wie man es ermittelt hat, das 40-fache seines Raumes von diesem Gase einsaugen, oder vielmehr verdichten.

Hat man dagegen die Flasche statt mit Wasser mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron gefüllt, so verbindet sich die schwefelige Säure mit dem Natron, während sie die Kohlensäure davon strömen läßt; hierbei ist es besser, wenn die Gasleitungsröhre ohne einen durchröhrten Pfropfen mit der Flasche in Verbindung steht. Die so gewonnene Auflösung von schwefeligsaurem Natron läßt nach dem Abdampfen des Wassers das Salz herauskryſtalliſiren, und dieses ist das im Handel vorkommende Antichlor (Gegenchlor), welches die Eigenthümlichkeit besitzt, das Chlor zu binden und daher dazu dient, das anhaftende Chlor den Zeugen nach ihrer Chlorbleiche zu entziehen.

Betrachten mir nun hiernach die chemische Wirkung der genannten Bleichmittel näher, so finden wir, daß das Chlor in seinem Bestreben, sich mit Wasserstoff zu Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) zu verbinden, das gesuchte Element dem leicht zerstörbaren Farbenkörper entzieht, während die schwefelige Säure dasselbe in Bezug auf den Sauerstoff des Pigments thut. Hiernach ist es begreiflich, daß durch die Einwirkung des Chlors eine gänzliche Zerstörung des Farbenkörpers eintritt.

Bei der Sauerstoffentziehung durch die schwefelige Säure kann jedoch oft nur eine vorübergehende Bleichung hervorgerufen werden. Man hat nämlich gefunden, daß organische Substanzen, welche durch einen Anhauch der gasförmigen schwefeligen Säure entfärbt worden, durch schwaches Chlorwasser eine Farbe wieder erlangen, indem dann das entfärbte Pigment in einem Streben nach neuem Sauerstoff gleichzeitig mit dem Chlor auf das Wasser zersetzend wirkt, das bekanntlich aus Wasserstoff und Sauerstoff besteht. Dieses Experiment unter einer nur sehr schwachen Einwirkung von schwefeliger Säure und Chlorwasser wird namentlich bei den extractivstoffartigen Pflanzenpigmenten der blauen und rothen Blumen auf eine unterhaltende Weise gelingen. Wenn indessen die entfärbten blauen Blumen nach der Taufe mit schwachem Chlor-

wasser erröthen, so liegt die Ursache davon in der Wirkung der sich hier bildenden Schwefelsäure und Salzsäure, welche, wie alle stärkeren Säuren, die meisten blauen Farbstoffe der Pflanzenwelt in rothe verwandeln.

Die obigen Andeutungen werden genügen, um uns den wichtigsten chemischen Hergang sowohl bei der sogenannten Naturbleiche (Wiesen- oder Rasenbleiche), als auch bei der Chlorbleiche (Schnellbleiche) zu erklären. Freilich gehören auch zur zweckmäßigsten Ausführung einer jeden Art von Bleiche noch verschiedene andere wirkende Mittel und Vorbereitungen. So ist z. B. zum Bleichen von Leinenwaaren zunächst das sogenannte Beuchen (Bücken) erforderlich, welches darin besteht, daß man das Garn oder Gewebe nach dem Auswaschen in Aschenlauge einige Zeit liegen läßt, um den färbenden Stoff lösbarer zu machen, worauf dann noch das Walken, Ausspülen und Trocknen erfolgt, bevor die Waare auf dem Bleichplatz der Einwirkung des Sonnenlichts oder des Chlors ausgesetzt wird.

In neuerer Zeit verdrängt die Chlorbleiche mehr und mehr die Rasenbleiche, und mit Recht, da sie, geschickt geleitet, in wenigen Tagen das bewirkt, was die Rasenbleiche erst im Laufe mehrerer Monate, und zwar unter öfterem Begießen und Umwenden der Waare zu Stande bringt. Dann aber erfordert die Naturbleiche für eine bedeutende Menge von Waare so viel Land, daß z. B. sämmtliche Rasenplätze Englands kaum zu einer solchen Bleiche für die Leinen- und Baumwollenfabrikate ausreichen würden, welche der englische Industriefleiß jährlich erzeugt.

Bei der Chlorbleiche wird die ebenfalls gebeuchte und darauf gut ausgespülte und getrocknete Leinwand oder Baumwolle in Chlorwasser oder auch in Chlorkalkwasser eingeweicht und darauf gut ausgespült. Damit ist die Bleichung freilich noch nicht beendigt; doch sind überhaupt die verschiedenen Vorrichtungen und Verrichtungen, welche bei der Chlorbleiche noch eine wesentliche Rolle spielen, der Art, daß sie ungleich schneller und mit viel weniger Kosten eine blendende Weiße der Zeuge herbeiführen, als es bei der Rasenbleiche geschehen kann. Am allerwenigsten hat man zu fürchten, daß von dem Chlor die Zeuge selbst angegriffen werden, wenn die Bleicher nur dafür gehörig sorgen, daß kein Chlor im Zeuge zurück-

bleibt, nachdem die färbende Substanz zerstört worden. Nur die Gesundheit der Arbeiter kann bei der Chlorbleiche leiden, weshalb man denn auch viel zweckmäßiger die Bleichung mit Chlorkalkwasser vornimmt, in welchem das Chlor durch den Kalk mehr zurückgehalten wird.

Das Chlorkalkwasser wird erhalten, wenn man in Kalkmilch, welche durch ein Anrühren von 1 Theil gelöschtem Kalk und 12 Theilen Wasser entsteht, so viel Chlor leitet, als sich aus 4 Theilen Salzsäure und 1 Theil Braunstein in der oben angegebenen Weise entwickelt. Es bildet sich hierbei ein Gemisch von Chlorcalcium und unterchlorigsaurem Kalk, und nur diese letztere Verbindung besitzt die bleichende Kraft des Chlors. Der trockene Chlorkalk wird aber dadurch gewonnen, daß man Chlorgas in gelöschten Kalk hineinleitet. Das Chlorkalkwasser und der Chlorkalk verlieren unter der Einwirkung des Lichtes und der Luft ihren Chlorgehalt.

Auch zum Bleichen des Strohs hat sich das Chlor in neuerer Zeit ganz besonders empfohlen, während man sonst dazu die schwefelige Säure brauchte, wonach das Stroh in der Regel seine ursprüngliche gelbe Farbe nach einiger Zeit wieder erhielt. Freilich ist das Bleichen des Strohs mit Chlor etwas umständlich, indem man es öfters mit heißem und kaltem Wasser zu digeriren und mit Lauge auszukochen hat, bevor man es mit Chlorkalkwasser zur Bleichung übergießt; ebenso ist ein nochmaliges Abspülen mit Wasser und Aussetzen des Strohs an das Sonnenlicht erforderlich, damit das dem Stroh noch anhaftende Chlorgas später dem Färben des Strohs nicht schade. Nicht minder spielt das Chlor beim Bleichen der Lumpen u. s. w. zur Papierfabrikation eine sehr bedeutende Rolle, wie man denn auch für Oele und andere Fettarten in dem Chlorkalk ein vortreffliches Bleichungsmittel gefunden hat.

Die anderen Salzbilder, Jod und Brom, dienen nicht zum Bleichen; vielmehr besitzen sie eine gewisse farbenerzeugende Kraft. So giebt Jod mit Stärke eine schöne tiefblaue, und Brom eine gelbe Verbindung; ferner färbt das Jod die Haut, wenn auch nur vorübergehend, braun, während dagegen durch das Chlor im Chlorwasser selbst ein Mohr noch leidlich weiß gewaschen werden könnte;

endlich aber besitzt man noch in einer Verbindung des Jods mit Quecksilber, dem Jodinroth (Scarlett), wenn auch nicht ein sehr dauerhaftes, so doch ein schönes rothes Pigment, das, wie wir gesehen, in der Färberei, dann aber auch als Tusche in der Wassermalerei in Anwendung kommt.

Was endlich die Bleiche durch schwefelige Säure betrifft, so braucht man dieselbe am zweckmäßigsten zum Bleichen thierischer Stoffe, wie Seide, Wolle, Darmsaiten. Das Verfahren hierbei besteht am einfachsten darin, daß man die zu entfärbenden Stoffe erst durch Potaschenlauge oder auch Seife von ihrem anhängenden Fett befreit und sie dann angefeuchtet in weiten Kasten über einem in einer Schale verbrennenden Stück Schwefel aufhängt, worauf sie nach der Bleichung noch gehörig ausgewaschen werden. Zum Bleichen der Schmuckfedern hat man dagegen als das beste Mittel eine Auflösung von Hirschhornsalz, kohlensaurem Ammoniak, vorgeschlagen, da die beim Schwefeln entstehende Hitze eine nachtheilige Kräuselung der Fahnentheilchen bewirken könnte; jedenfalls geht das Ammoniak hier ebenfalls eine farblose Verbindung mit dem Farbstoffe in den Federn ein, wie es zuweilen die schwefelige Säure mit einigen Farbstoffen aus dem Pflanzenreiche thut.

Wie eine Farbenwandlung, so findet also auch, wie wir gesehen haben, die Bleichung ihre Ursache meist in solchen chemischen Prozessen, wo entweder ein fremder Körper sich in die farbige Verbindung hineinmischt, oder diesen oder jenen Bestandtheil der farbigen Verbindung entzieht. Was hierbei die wundersame Wirkung des Lichtes betrifft, so beruht sie darauf, daß es überhaupt den Sauerstoff dort ausscheidet, wo derselbe nur schwach mit den anderen Elementen verbunden ist. Hieraus können wir es uns erklären, warum sich auch rein metallische Farbstoffe gegen Licht nicht immer unveränderlich erhalten, so daß es stets eine Aufgabe des Malers sein muß, auf die Veränderungen zu achten, welche dieses und jenes mineralische Pigment im Sonnenlicht erleidet — eine Prüfung, die er indessen leicht anstellen kann, wenn er Proben seiner Farben auf einem Stück Leinwand dem Sonnenlichte längere Zeit Preis giebt.

Freilich wird hier bei den mineralischen Farben mehr eine Verdunkelung als eine Bleichung eintreten, wenn man dieses na-

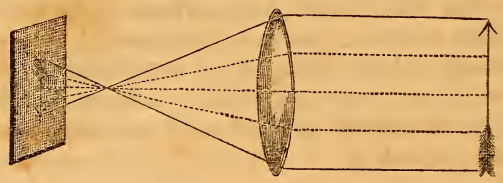
mentlich bei dem durch Niederschlag gewonnenen Zinnober findet, der sich am Sonnenlichte ungleich eher bräunt, als der sublimirte oder der natürliche Zinnober. Auch sind die mineralischen Farben mehr dem Gesetz einer innigen gegenseitigen Anziehung ihrer Bestandtheile unterworfen, als die organischen Pigmente, so daß sie auch weniger der zerstörenden Einwirkung des Lichtes unterworfen sind. Daher werden die Werke eines in der Chemie der Farben nicht unerfahrenen Künstlers nicht so leicht in die Gefahr einer Farbenzerstörung kommen, wenn nicht eine mit ammoniakalischen oder sauren Dünsten, oder gar mit Chlorgas verunreinigte Atmosphäre auf sie einwirkt.

So viel über die Bleichung. Nachdem wir aber hierbei das Licht und das Chlor in ihrer farbenzerstörenden Wirkung kennen gelernt, wird es für uns nun von keinem geringen Interesse sein, ihre Wirkungen bei der Erzeugung von Lichtbildern zu betrachten, und so wollen wir hierbei zugleich alles dasjenige berücksichtigen, was zu dem Verständniß der Kunst der Daguerreotypie und Photographie erforderlich ist.

Als im Jahre 1839 die Kunst des französischen Malers Daguerre bekannt wurde, staunte ganz Europa; es sprach sich in dieser Kunst ja nichts Geringeres aus, als daß der Mensch im Stande sei, das Sonnenlicht zu zwingen, daß es Zeichnungen so treu ausführe, wie sie die Hand des Künstlers nie möglich machen könnte, und die französische Regierung war großherzig genug, durch einen Jahrgehalt den Erfinder und seinen verdienstvollen Mitarbeiter Niepce zu bestimmen, das Geheimniß ihrer Kunst zur Freude der ganzen Welt zu veröffentlichen. Und doch lag das Geheimniß so nah, daß man sich wundern muß, wie man nicht schon früher darauf gekommen war.

Schon vor 300 Jahren hatte man beobachtet, daß Chlorsilber sich unter der Einwirkung des Lichtes schwärze und der deutsche Chemiker Scheele in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hatte durch Untersuchungen nachgewiesen, daß es ganz besonders das violette Licht sei, welches diese Veränderung bewirke. Weiter gelangte man aber in den Versuchen über diese Lichtwirkung, als

man sich der Camera obscura (dunkle Kammer) bediente. Diese besteht hier einfach in einem inwendig geschwärzten Kasten; in der einen Wand befindet sich eine schiebbare Röhre mit einem Linsenglase oder Brennglase, die gegenüberstehende Wand des Kastens aber ist eine mattgeschliffene, also halb durchscheinende Glasscheibe, welche in der Brennweite des Brennglases steht. Stellt man diese Camera obscura so gegen das Fenster, daß die Lichtstrahlen von den Gegenständen da draußen auf das Brennglas fallen, so werden auf der matten Scheibe diese Gegenstände verkleinert und umgekehrt erscheinen, was sich aus der Brechung des Lichtes (vergl. folgende Figur) erklären läßt.



Figur 34.

Als man in den Brennpunkt einer Camera obscura, also vor der matten Scheibe innerhalb des Kastens, ein von Chlorsilber durchdrungenes Stück Papier anbrachte, zeigte es sich, daß dieses Papier so ziemlich genau die auf ihm abgespiegelten Gegenstände wiedergab. Da indessen in einem solchen Bilde diejenigen Theile um so dunkler sind, je heller gerade diese Stellen an dem Gegenstande von der Sonne beschienen werden, und da außerdem noch das so gewonnene Lichtbild sich bald vollständig im Tageslichte schwärzt, so blieb diese erste wissenschaftliche Beobachtung in Betreff der Bilder erzeugenden Kraft des Sonnenlichts unbenutzt, bis sich der Fleiß und die Ausdauer eines Genies einer Benutzung dieser Lichtwirkung zuwandte.

Zuerst war es Niepce, welcher sich darum bemühte, daß Licht und Schatten so auf den Abbildern erschienen, wie sie die Gegenstände zeigten, und daß die Bilder durch die spätere Einwirkung des Lichtes sich nicht so leicht veränderten. Er bediente

sich jedoch zu seinen Versuchen nicht des Chlorsilbers, sondern einer Auflösung von Asphalt in Lavendelöl; diese Auflösung trug er wie einen Firniß auf silberplattirte Kupferplatten auf und erwärmte dieselben, wobei das ätherische Oel verflüchtete und die Platte einen dünnen Staubüberzug von Asphalt erhielt. Im Brennpunkt der Camera obscura wurde auf einer solchen Platte nur ein leichtes Bild hervorgerufen, das durch ein behutsames Abwaschen mit einer Mischung von Lavendelöl und Steinöl treuer und sichtbarer wurde, weil diese Mischung die vom Licht unbeleuchteten Stellen des Ueberzuges auflöste und sie jetzt dunkler erscheinen ließ, während die dem Licht ausgesetzten Stellen eine solche chemische Veränderung erlitten hatten, daß sie von dem Auflösungsmittel nicht angegriffen wurden. Zur Entstehung dieser Bilder war aber oft eine Tage lange Einwirkung des Lichtes erforderlich; daher konnte Niepce seine Erfindung nur zum Kopiren von Kupferstichen und ruhigen Gegenständen verwenden, Unterdessen hatte sich auch Daguerre mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt, erreichte aber erst sein Ziel, nachdem er sich mit Niepce zur gemeinschaftlichen Arbeit verbunden hatte.

Das Verfahren Daguerre's bestand bei seiner Veröffentlichung wesentlich in Folgendem. Zuerst setzte er eine wohl gereinigte, silberplattirte Kupfertafel kalten Joddünsten aus, bis das Metall eine gelbe Färbung erhielt, und brachte nun die Platte in den Brennpunkt der Camera obscura und ließ nun, je nach der Stärke des Sonnenlichts, drei bis zehn Minuten den abzubildenden Gegenstand auf die Platte nach der bekannten Weise einwirken. Nachdem dies geschehen war, setzte er die Platte, unter Abschluß des Lichtzutritts, Quecksilberdämpfen aus, die er durch Erwärmung des Quecksilbers bei etwa 50° R. erzeugte; dadurch bewirkte er, daß an den durch die Lichteinwirkung geschwärzten, d. h. von Jod befreiten Stellen sich das als schwarzes Pulver ausgeschiedene Silber mit dem Quecksilber zu einem hellen Silberamalgam verband. Endlich aber schaffte er die gelbe Farbe der Platte dadurch fort, daß er dieselbe in reines Wasser und dann in eine Auflösung von unterschwefeligsaurem Natron tauchte, welches das Jodsilber auflöste und nun die zurückbleibende Silberfläche im Vergleich zu dem feinen Ueberzug des Amalgams dunkler erscheinen ließ.

Es läßt sich denken, daß nach der Veröffentlichung dieses Ex-

periments und alle der Einzelnheiten, welche bei demselben zu seinem befriedigenden Gelingen noch zu beobachten waren, Tausende mit dem größten Eifer an der weiteren Verbesserung der schönen Erfindung fortarbeiteten. Daher ist denn auch die Daguerreotypie gegenwärtig so weit gediehen, daß man dieselbe nicht nur bei jeder Tageszeit und bei jeder Witterung ausüben kann, sondern dazu auch weniger Zeit erfordert. So wendet man auch jetzt ein Gemisch von Jod-, Chlor und Brombampf an, wodurch der durch das Licht zersetzbare Anflug noch ungleich empfindlicher wird. Was aber die Dicke dieses Anflugs von Jod-, Chlor- und Bromsilber betrifft, so hat man durch eine vergleichende Rechnung gefunden, daß er noch dünner ist, als der zweimillionste Theil einer Linie, was, nach der Aussage eines namhaften Physikers, etwas so unendlich Kleines ist, daß wir ebenso wenig fähig sind, uns davon eine Vorstellung zu machen, als von der Unermeßlichkeit der Himmelsräume, der Ewigkeit der Zeiten und der Unendlichkeit des Raumes.

Eine interessante Vervollkommnung besteht darin, daß man jetzt auch das Lichtbild, statt auf einer versilberten Kupferplatte, auf Papier darstellt, was unter dem besonderen Namen Photographie begriffen wird. Um ein solches photographisches Papier zu erhalten, löst man z. B. 5 Gran salpetersaures Silberoxyd (Höllenstein) in 150 Gran destillirtes Wasser auf und bestreicht damit die eine Seite eines guten, doch nicht zu stark geleimten Schreibpapieres; darauf legt man dieses Papier, wenn es trocken geworden ist, in einen Teller, worin sich eine Auflösung von 30 Gran Jodkalium und 270 Gran destillirtes Wasser befindet, zieht dann noch das Papier durch reines Wasser, trocknet es an einem dunklen Ort und bewahrt es in einem wohlschließenden Buche auf. Dieses photographische Papier ist nun durch das beschriebene Verfahren genügend von Jodsilber durchdrungen, in welchem die Einwirkung des Lichts stattfinden kann, sobald man es in den Brennpunkt der Camera obscura bringt. Freilich gehört aber dazu noch eine weitere chemische Behandlung dieses Papiers. So muß man es denn auch, nachdem es aus der Camera obscura genommen, in eine Auflösung von Gallussäure bringen. Hierdurch entsteht zunächst ein sogenanntes negatives Bild, in welchem die lichten Theile dunkel erscheinen. Befeuchtet man es nun mit einer Lösung von Brom-

kalium, wäscht es darauf mit destillirtem Wasser ab, preßt es mit der Bildseite an ein anderes Stück Jodsilber-Papier und setzt es so dem Sonnenlichte aus, so überträgt sich endlich das Bild auf dieses zweite Papier und zwar in der Weise, daß jetzt die dunklen und hellen Stellen richtig erscheinen. Ohne eine sogenannte Retouche oder Nachhülfe in der Schattirung wird indessen das Bild hier noch nicht befriedigend ausfallen.

Nicht minder verdient dasjenige Verfahren eine ganz besondere Beachtung, wonach man die Daguerre'schen Lichtbilderplatten derartig chemisch behandelt, daß man von ihr, wie von einer Kupferplatte, eine beliebige Anzahl von Abdrücken erhalten kann. Es kommt hier nämlich zunächst darauf an, die schwarzen Stellen der Daguerre'schen Bilder so zu ätzen, daß sie eine Vertiefung bilden, ohne daß dabei die weißen quecksilberhaltigen Theile angegriffen werden, und als ein solches Aetzmittel hat sich unter anderm eine Mischung von rauchender Salpetersäure und von Salzsäure empfohlen. Behandelt man nämlich ein Daguerre'sches Bild mit dieser gemischten Säure in der Wärme, so bleiben die weißen Stellen unverändert, die schwarzen Stellen dagegen lösen sich in dieser gemischten Säure auf, wobei zugleich durch die Salzsäure eine unauflösliche Schicht von Chlorsilber entsteht. Durch ein Auflösung von Aetzammoniak läßt sich diese Chlorsilberschicht entfernen, so daß aufs neue die Platte mit jenem Säuregemisch behandelt werden kann, um die betreffenden Stellen noch tiefer zu machen. Durch diese Behandlung, dann durch ein Ausfüllen der geätzten Stellen mit einem austrocknenden Oel und durch ein nachheriges Vergolden und Ueberkupfern der angegriffenen Stellen erhält man endlich eine Platte, welche, ohne sich so leicht abnutzen zu lassen, eine nicht unbedeutende Anzahl von Abdrücken zuläßt, nachdem man auf die Platte, wie bei dem Kupferdruck, die Kupferdruckschwärze aufgetragen hat.

Die anfängliche Meinung, daß auch farbige Lichtbilder durch die Camera obscura erzeugt werden könnten, erwies sich als eine übereilte, nachdem man den hier vor sich gehenden chemischen Prozeß näher kennen gelernt hatte. Wie soll auch Farbe dort erzeugt werden, wo durch eine größere oder geringere Zersetzung des Jodsilbers nur eine größere oder geringere Schwärzung auf der Silber-

platte hervorgerufen werden kann? Das Lichtbild wird daher nur durch ein nachträgliches Schminken farbig gemacht, was indessen den Reiz eines guten Lichtbildes nicht erhöhen kann, insofern unter allen Umständen, wo die Naturkraft selbst etwas Vollkommenes liefert, dieses über jeder menschlichen Nachbesserung steht.

Da endlich der Anflug des Silberamalgams auf dem Daguerreotyp nur allzu leicht verwischt werden kann und dieses auch oft geschieht, wenn die Glasplatte über dem Daguerreotyp zerbrochen wird, so hat man auch versucht, Daguerreotype vor dem Ueberglasen zu überfirnissen. Der französische Chemiker Dumas hatte hierzu eine Auflösung von 1 Theil Dextrin in 5 Theilen siedendem Wasser vorgeschlagen, insofern diese Auflösung, auf die Platte gegossen, zu einer sehr dünnen und vollkommen durchsichtigen Haut eintrocknet, welche der Platte sehr stark anhängt und ohne Beschädigung des Bildes auch wieder durch Wasser sich ablösen läßt. Bei den Lichtbildern auf Papier oder den Photographien ist ein solches Verwischen weniger zu befürchten; doch pflegt man sie mit Leimwasser oder mit dünn gekochter Stärke zu überstreichen und endlich, statt einer Ueberglasung, mit einem Lackfirniß von Mastix und Terpenthinöl einige Male zu überstreichen.

So viel über die schöne Kunst Daguerre's und ihre weitere Entwickelung. Wenn sie auch nicht in jeder Beziehung die Kunst des Zeichners und Portraiteurs ersetzt, so können jedoch auch diese die Treue eines Lichtbildes nicht erreichen, sobald dasselbe unter den erforderlichen Bedingungen der Beleuchtung und der vorhergegangenen chemischen Zubereitung der Platte oder des Papiers aufgenommen worden. Freilich werden namentlich Frauengesichter in Folge der Weichheit ihrer Züge und des damit zusammenhängenden Verschwimmens von Licht und Schatten nicht immer treu ausfallen; auch müssen überhaupt die hervorstehenden Theile des Gesichtes um etwas stärker auf dem Lichtbilde hervortreten, wie wir es an dem verkleinerten Spiegelbild auf einer gewölbten (converen) Fläche sehen, dennoch wird das Lichtbild in den meisten Fällen den eigentlichsten Lebensausdruck, woran sich das Erkennen knüpft, sicherer wiedergeben, als die Hand des Künstlers, welcher nur so zu malen und zu zeichnen vermag, wie eben sein Auge sieht, abgesehen selbst davon, daß der oft wechselnde Ausdruck eines charakteristischen

Gesichts ihm die treue Auffassung eines gewissen Grundausdruckes desselben sehr erschwert.

Wenn man indessen glaubt, daß an einem Lichtbilde etwas von dem Gegenstande, welcher daguerreotypirt worden, haften geblieben sei und daß daher das Lichtbild einer theuren Person einen um so höheren Werth erhalten habe, so beweist man damit eine vollständige Unkenntniß der Sache. Einestheils gehören die Lichtstrahlen, welche von dem zu daguerreotypirenden Gegenstande ausgehen, nicht diesem Gegenstande selbst an, sondern der Sonne; anderentheils ist es zuletzt ja nur das Silberamalgam und die reine Silberfläche, welche durch den Unterschied ihres helleren und dunkleren Erscheinens das Bild hervorrufen.

34.

Die chemische Kunst des Stein- und Metalldrucks, des Glasätzens u. s. w.

Das Wesen einer Kunst läßt sich oft sehr leicht erfassen, wenn man deren Geschichte verfolgt. Wie bei der Daguerreotypie, so wollen wir auch bei der Lithographie, welche ebenfalls nur in gewissen chemischen Prozessen besteht, diese der Reihe nach kennen lernen, wie sie sich ihrem Entdecker kundgegeben haben. Gleichzeitig können aber auch die mannigfachen Zufälligkeiten, unter denen eine Entdeckung gemacht und erfolgreich benutzt wird, für uns von keinem geringen Interesse sein, weil wir in unserem gewerblichen und künstlerischen Leben und Treiben fast täglich mit Dingen zu thun haben, die entweder den Anlaß zur Auffindung eines Geheimnisses gegeben haben oder in Zukunft noch zu neuen Entdeckungen führen.

Der Erfinder der Lithographie, Aloys Senefelder, war der Sohn eines Schauspielers und wünschte auch anfangs keiner anderen Kunst, als der der Bühne zu dienen; doch bald entsagte er derselben und befaßte sich nun mit dem Schreiben von dramatischen Arbeiten. Da er indessen keinen Verleger für die Veröffentlichung aller seiner Dichtungen fand und ihm die Mittel zur Be-

streitung der Druckkosten fehlten, kam er endlich auf den Gedanken, auf die Erfindung einer Kunst zu sinnen, durch welche er selbst seine literarischen Arbeiten vervielfältigen könnte; so verfiel er zuerst auf eine Art Stereotypie, indem er einzelne Zeilen aus einem kleinen Letternvorrath, den er besaß, zusammensetzte und in eine aus Sand, Thon, Mehl und Kohlenstaub bestehende Masse abdrückte und in die so entstandene Form eine geschmolzene Mischung von Siegellack und Gyps goß. Doch auch zur Ausführung dieser Druckart reichten nicht seine Geldmittel aus, und so versuchte er unter anderem durch eine Einradirung auf eine Kalkschieferplatte eine Buchdruckerschrift zu erhalten. Hier wollte es nun einmal der Zufall, daß er in Ermangelung eines andern Schreibmaterials eine Notiz auf einer solchen geschliffenen Platte mit einer Schwärze machte, die aus Wachs, Seife und Ruß bestand und die ihm früher bei einigen Radirungen auf Kupfer gedient hatte. Der Anblick dieser Schrift erregte in ihm sofort den Gedanken, ob sie nicht erhabener zu machen wäre, und er erreichte dieses durch einen Ueberzug von Scheidewasser, so daß er jetzt die Schrift beliebig einschwärzen und abdrucken konnte.

Hiermit war der Grund zu der gegenwärtig so verbreiteten Kunst der Lithographie gelegt. Der Wunsch Senefelders aber, die nöthigen Mittel zur weiteren Ausbeute und zur Vervollkommnung seiner Erfindung zu erlangen, verwirklichte sich nur zum Theil, und zwar unter den verzweiflungsvollsten Bemühungen. Als ihm endlich ein Freund, ein Münchener Musiker, welcher einige seiner Compositionen durch die neue Kunst vervielfältigt wünschte, einiges Geld vorgeschossen hatte und dadurch der erste lithographische Druck möglich geworden war, reichte Senefelder ein Exemplar der lithographirten Compositionen an die bayerische Akademie der Wissenschaften ein, ohne jedoch eine andere Unterstützung als die von zwölf Gulden zu erhalten, mit welcher Summe ihm die Akademie einen reichlichen Ersatz für die Auslagen zu der Erfindung zu bieten glaubte. Andererseits fand auch die Lithographie bei Privatpersonen nicht die gehörige Unterstützung, weil ihre ersten Proben in Folge des dürftigen Materials, das dem Erfinder zu Gebote stand, nicht so gut wie der Kupferstich ausfielen; dann aber bestand die neue Kunst auch noch in einem rein mechanischen Verfahren, da der Erfinder

noch nicht das chemische Verhalten des Steines zu fetten Stoffen und zu Gummi kannte, auf deren Beachtung allein der Steindruck zur schönsten Vollendung sich entwicken konnte.

Welche Schwierigkeiten indessen Senefelder auch fand, um reichhaltigere Versuche und Uebungen mit seiner Kunst anzustellen, er experimentirte unter Beistand seines Münchener Freundes unermüdlich weiter und machte hiermit gleichzeitig zwei bedeutende Fortschritte, indem er einestheils die Autographie oder die Kunst des Ueberdrucks von Papier auf Stein entdeckte und anderentheils zur Benutzung derjenigen Vortheile gelangte, welche ihm das feindliche Verhalten zwischen Wasser oder vielmehr Gummiwasser und fetter Dinte bot.

Um sich nämlich das mühsame lithographische Schreiben zu ersparen, versuchte er zuerst das Papier so zu präpariren, daß es die lithographische Tusche mit Leichtigkeit ganz an den Stein abgebe. Er tränkte zu dem Ende das Papier mit Gummi und Eisenvitriol, und obgleich es, so behandelt, noch nicht seinen Wünschen entsprach, so wurde sein schöpferischer Geist doch erst bei dieser Gelegenheit angeregt, das Verhalten von Wasser und Gummi gegen fette Dinten weiter praktisch auszubeuten. Es erschien ihm sofort als eine wesentliche und praktisch zu benutzende Eigenschaft der Gummilösung, sich dem Anheften der fetten Dinte zu widersetzen; ebenso blieb es für ihn nicht ohne Bedeutung, daß ein mit Gummiwasser präparirtes und mit fetter Dinte beschriebenes Papier nur an der Schrift Oel annahm, was er beobachtete, als er ein solches Papier in Wasser tauchte, auf welchem einige Oeltropfen schwammen.

Jetzt machte er den Versuch, von alten Druckschriften einen Abklatsch auf Papier zu gewinnen, und er sah sich in seinen Erwartungen nicht getäuscht, als er das bedruckte Papier erst mit einer verdünnten Säure und Gummiwasser und darauf mit Oel behandelte. Hierauf experimentirte er in einer ähnlichen Weise mit einer Steinplatte, indem er auf eine frisch geschliffene Platte mit Seife einige Buchstaben schrieb, dann die Platte mit Gummiwasser benetzte und nun die Seifenschrift mit einem von Oelfarben getränkten Schwamm leicht überstrich, und war nun nicht wenig erfreut, als bloß an der Seifenschrift die Farbe haften geblieben

war, während die übrigen bloß gummirten Stellen die Farbe nicht angenommen hatten. Jetzt erkannte erst Senefelder, wodurch die lithographische Kunst sich von allen Druckarten unterscheiden und einen ewig dauernden Werth gewinnen könnte. Die Kunst beruht nicht mehr, wie bei seinem früheren Hochdruck, darauf, daß nur eine flache Einschwärzung der Schrift mittelst eines mit Tuch überzogenen Brettes stattfinden dürfte, wenn nicht die ganze Steinplatte flockig werden sollte, sondern daß hier eine viel reinere und kräftigere Schrift durch eine gewisse chemische Anziehung zwischen Seife oder einer seifehaltigen Dinte und der lithographischen Druckschwärze möglich gemacht wurde. Dies war somit der Anfang der eigentlichen Lithographie oder des chemischen Druckes, zu welcher Senefelder erst drei Jahre nach Erfindung seines erwähnten Hochdrucks auf Stein gelangte.

Seit dieser Zeit, es war im Anfange unseres Jahrhunderts, fand die schöne Erfindung der Lithographie eine allgemeinere Beachtung. Senefelder erhielt in Bayern auf 15 Jahre ein Privilegium und verkaufte zugleich sein Geheimniß an einen Musikalienhändler in Offenbach für die Summe von 2000 Gulden, bereiste hierauf mehrere Hauptstädte Europa's und richtete endlich in Wien eine lithographische Notendruckerei ein. Nach einigen Jahren kehrte er nach München zurück, wo unterdessen zwei Brüder von ihm die Lithographie mit Erfolg betrieben hatten, ohne jedoch das Geheimniß und das Privilegium zu wahren. Der Erfinder konnte sich gegen das Entstehen mehrerer Steindruckereien keinen Schutz erwirken, indem er stets mit der Antwort, daß das Lithographiren längst kein Geheimniß mehr sei, zurückgewiesen wurde. Dagegen erfreuten sich seine Arbeiten eines überwiegenden Vorzugs vor denjenigen seiner Concurrenten, so daß der König zur Würdigung der schönen Kunst die Büste des Erfinders in Marmor meißeln und denen der ersten Künstler Bayerns anreihen ließ, bis denn auch einige Jahre später ihm die Stelle eines Inspektors bei der königlichen Druckerei mit 1500 Gulden Gehalt zu Theil wurde.

So viel über die Erfindung der Lithographie, welche gegenwärtig zur höchsten Vollendung gelangt ist. Betrachten wir aber die Materialien zur Lithographie und das chemische Walten unter denselben, so könnte es uns auch hier in Verwunderung setzen,

warum diese Kunst nicht schon längst erfunden worden sei, da sie auf längst bekannten chemischen Erscheinungen beruht, wenn nicht überhaupt zu einer Erfindung außer der Bekanntschaft mit den Naturerscheinungen auch der geniale schaffende Geist gehörte, der eben das Bekannte zu einer neuen Anwendung zu bringen sucht.

Zunächst ist es der lithographische Stein, welcher unsere Aufmerksamkeit fesseln muß. Er besteht zum größten Theil aus kohlensaurem Kalk, nämlich aus 97 Prozent davon, und dann auch aus Kieselerde, Thon und Eisenoxyd, wovon die Kieselerde fast gegen 2 Prozent beträgt. Die besten Steine für die Lithographie kommen aus den Solohofer Brüchen in Bayern; unter diesen empfehlen sich diejenigen von gelblicher und grünlich grauer Farbe ganz besonders, während die weißen Steine zu weich und die blauen meist zu hart sind. Außer diesen Steinen hat man auch noch künstliche Steinmassen (eine Zusammensetzung von Kreide, Gyps, Thon u. s. w.) in Anwendung bringen wollen, doch ohne einen günstigen Erfolg.

Kommt nun die Oberfläche eines solchen Steines, nachdem sie durch ein sorgfältiges Abschleifen von allen möglichen fetten Flecken gereinigt worden, mit der seifehaltigen lithographischen Tusche in Berührung, so entsteht das, was man schon lange bei der Vermischung der Seife, des fettsauren Natrons, mit Kalkwasser beobachtet hatte; es geht hier die Fettsäure mit dem Kalk eine unlösliche Verbindung ein, während das Natron ausgeschieden wird. Vorzugsweise wird aber dieser chemische Zersetzungsprozeß beschleunigt, wenn man nun den Stein mit Gummiwasser benetzt, welches durch etwas Salpetersäure angesäuert worden. Es verbindet sich auf den beschriebenen Stellen die Säure mit dem Natron zu einem löslichen Salz, wobei sowohl das Gummi wie die Salpetersäure mit dem Kalk ebenfalls eine Verbindung eingehen und die unbeschriebenen Stellen, besonders so lange sie feucht sind, für die Annahme der Tusche unempfänglich machen. Daher kann denn auch nach einer solchen Gummirung die Schrift des Steines vollständig verwischt und abgewaschen werden, und dennoch in demselben Augenblick, wo man den nassen Stein mit der eingeschwärzten Buchdruckerwalze überfährt, wieder deutlich und rein hervortreten. Es beruht hiernach also die Kunst des Litho-

graphirens auf der wesentlichen Eigenschaft des Kalksteins, sich ebenso mit Fetten zu verseifen, wie auch das Gummiwasser, welches das Fett nicht weiter hinzutreten läßt, in sich einzusaugen.

Deshalb kann man auch, statt mit einer fetten Tusche auf den Stein zu schreiben, denselben graviren, wenn man ihn vorher mit einer Gummilösung überstrichen hat. Um die gravirten Stellen für die Aufnahme der fetten Schwärze recht empfänglich zu machen, braucht man dann nur dieselben mit Oel zu tränken. Deshalb kann aber auch schon das Befassen der geschliffenen Fläche mit den Fingern, welche immer etwas fettig sind, schwarze Spuren von ihnen zur Folge haben, wenn die Fläche unter die Buchdruckerwalze kommt. Will man diese Spuren oder beschriebenen wie gravirten Stellen vollständig fortschaffen, so bleibt nichts anderes übrig, als dieselben fortzuschaben und dann wieder mit Gummiwasser zu befeuchten.

Ohne hier nun noch auf die weiteren Einzelnheiten, welche ein wohlerfahrener Lithograph berücksichtigt, weiter einzugehen, wollen wir nur noch Einiges in Betreff der sogenannten Zinkographie berücksichtigen, bevor wir die Autographie oder die Uebetragung der Schrift von Papier auf Stein oder Zink betrachten.

Das Schreiben mit einer fetten, seifigen Tusche auf einer Zinkplatte und ein nachheriges Abdrucken dieser Schrift gehört ebenfalls dem chemischen Druck an, wie wir es eben kennen gelernt haben. Man braucht hierzu Zinkplatten von der reinsten Beschaffenheit. Diesen wird durch eine Polirmaschine eine recht ebene glatte Oberfläche ertheilt, dann müssen sie aber noch, um für die Aufnahme der Zeichnung geeigneter zu sein, eine gewisse feine Rauhheit besitzen, was sie durch das sogenannte Körnen erhalten, wenn man die Platte mit einem sehr feinen angefeuchteten Pulver von harten Substanzen, wie Quarzsand, Schmirgel, Marmorstaub oder Tripel reibt und sie dann gehörig mit einer Pottaschenlauge abspült.

Der chemische Prozeß bei dem Schreiben auf Zink oder der Zinkographie beruht zunächst darauf, daß hier das Fett der Tusche

mit den Zinktheilchen, nachdem sich diese mit Sauerstoff verbunden, eine Zinkseife bildet, die an der Zinkplatte bleibt. Gießt man nun auf die Zinkplatte eine Auflösung von Gallussäure (vergl. I, S. 264), welche man mit etwas Salpetersäure angesäuert hatte, läßt diese Auflösung einige Minuten auf die Platte und ihre Schrift wirken, spült sie darauf mit reinem Wasser ab und nimmt endlich eine Gummirung der Fläche vor, so hat man dieselbe damit ebenso präparirt und gegen die Aufnahme der Buchdruckerschwärze an ihren unbeschriebenen Stellen unempfänglich gemacht, wie es bei einer Steinplatte geschieht. Wenn nämlich auch nicht das Gummiwasser in das Zink hineinzudringen vermag, so haftet es doch an der dünnen Schicht von gallus- und salpetersaurem Zinkoxyd, welche sich auf der Oberfläche des Zinks durch das bezeichnete Aetzmittel gebildet und ist so ganz geeignet, die Annahme der fetten Schwärze an den unbeschriebenen Stellen zu verhindern, während die beschriebenen ihre Zinkverseifung durch die Gallussäure nicht einbüßen.

Was nun endlich die erwähnte Autographie, zu deutsch: Selbstschreibekunst, betrifft, so haben wir bereits gesehen, wie innig ihre Erfindung mit der des chemischen Drucks zusammenhängt, und es ist begreiflich, daß der unermüdliche Geist eines Senefelders nicht die eine über die andere vernachlässigen konnte. „Wie könnte ich," hatte er sich gefragt, „eine Tinte erfinden, die sich ganz von dem Papier ablöst und auf dem Stein haften bleibt? Vielleicht könnte man dem Papier selbst eine solche Eigenschaft geben, daß es unter gewissen Umständen die Tinte fahren läßt und vollkommen auf den Stein absetzt?" Und sein richtiges Urtheil ließ ihn auch dazu die angemessensten Mittel finden. Den ersten befriedigenden Ueberdruck erhielt er durch eine Tusche, welche er aus Wachs, Schellack, Talg, Mastix, Seife und Ruß bereitet hatte, und durch einen Papieranstrich, dessen Bestandtheile Stärke, Tragant, Leim, Gummigutt und Kreide waren.

Freilich erkannte man es erst in der Folge, daß ein guter Ueberdruck auch durch einfachere Mittel zu erreichen sei. So hat man denn auch eine Mischung von 30 Theilen Stärke, 2 Theilen Alaun und 1 Theil Gummigutt mit Erfolg zum Anstrich des Papiers in Anwendung gebracht. Man löst hierzu den Alaun und

das Gummigutt jedes besonders in warmem Wasser auf, mischt diese Auflösung dem gekochten Stärkekleister zu und drückt darauf das Ganze durch ein Tuch; das Papier, auf welches dieser Kleister vermittelst eines Pinsels gleichmäßig aufgetragen wird, muß möglichst dünn sein. Gilt es aber, mit einer flüssigeren Tinte die feinsten Linien auszuführen, so bereitet man sich am zweckmäßigsten einen Anstrichskleister aus 1 Theil Stärke und 3 Theilen Kremserweiß, welches bekanntlich das beste Bleiweiß ist.

Zur autographischen Tusche kann jede anderweitig benutzte etwas fette lithographische Tusche gebraucht werden. Besser freilich ist es, wenn man sich einer dazu besonders präparirten Tusche bedient, welche, gleich der chinesischen Tusche, mit Wasser angerieben werden kann, ohne zu gerinnen. Sehr verbreitet ist die Anwendung einer Ueberdruckstusche, welche in Frankreich bei einer Preisbewerbung als eine der vorzüglicheren anerkannt wurde.

Diese Tusche wird auf die Weise dargestellt, daß man 8 Th. weißen Wachs und 2 Theile Oelseife in einem kupfernen Kessel zergehen läßt, dann die Mischung anzündet und nun zwei Eßlöffel Kienruß zumischt; hat die Masse etwa 30 Sekunden lang gebrannt, so erstickt man die Flamme durch Ueberstürzen eines Deckels und setzt nun unter fortdauerndem Umrühren Schellack zu, zündet das Ganze noch einmal an, jedoch nur für einen Augenblick, löscht dann die Flamme aus und gießt nun die noch flüssige Tusche auf eine kalte Metallplatte aus. Zur Auflösung dieser autographischen Tusche nimmt man so viel destillirtes Wasser, bis man eine nicht allzu schwer fließende Tinte erhält.

Das mit dieser autographischen Tinte beschriebene präparirte Papier wird feucht auf den geschliffenen Stein gebracht, angepreßt und darauf so reichlich mit Wasser angefeuchtet, bis das Papier die Schrift deutlich durchscheinen läßt; nachdem sich nun so das Papier auf dem Stein gegen 24 Stunden durchweicht hat, wird es endlich abgezogen, worauf mit der Tusche zugleich auch der Kleisteranstrich auf dem Stein haften bleibt. Dieser Anstrich wird nun mit einem Schwamm abgewischt, wonach die Tusche auf dem Stein trocken wird. Nun wird die Platte schwach geätzt und mit Gummiwasser benetzt, dem man noch einige Tropfen Gallusauflösung zweckmäßig zusetzen kann; überhaupt verfährt man bei die-

sem Abklatsch so, als hätte man mit lithographischer Tusche auf den Stein geschrieben.

Man kann indessen auch jedes geleimte Papier ohne Anstrich zum Ueberdruck verwenden, wenn nicht eben feinere Zeichnungen wiedergegeben werden sollen. Ein solches Papier wird vor dem Ueberdruck mit einer Mischung von 1 Theil Salpeter- oder Salzsäure und 2 Theilen Wasser so lange bestrichen, bis die Schrift durchscheint und zugleich der Leim im Papier zerstört worden ist, worauf die Säure durch Abspülen entfernt wird.

Dem Ueberdruck oder der Autographie reiht sich das sogenannte Pausen an, d. h. das Verfahren, um die Umrisse einer Zeichnung auf dem Stein zu entwerfen. Hierzu braucht man nur ein durchsichtiges Papier auf die Zeichnung zu legen und sie mit einem Blei- oder Rothstift durchzuzeichnen; legt man nun ein abfärbendes Papier zwischen die Steinplatte und der Nachzeichnung, so wird ein leichtes Ueberfahren der Umrisse mit einer etwas abgerundeten Nadel genügen, um dieselben zum Nachlithographiren auf den Stein zu bringen.

Am geeignetsten bedient man sich zum Pausen des sogenannten Glaspapiers, welches in nichts anderem, als in dünnen zarten Leimplatten besteht. Nachdem hier die Zeichnung eingeritzt worden ist, reibt man diese Pause mit schwarzer Kreide oder mit geschabtem Röthel ein, daß die einzelnen Linien scharf hervortreten, legt sie darauf auf die Steinplatte und fährt mit einem Falzbein darüber hin und her, bis sich die Linien so weit abgedruckt haben, als es zu einem genauen Nachlithographiren erforderlich ist. Ein solches Papier kann öfter zum Pausen benutzt werden, besonders wenn man beim Falzen eine Beschädigung desselben dadurch verhütet, daß man es mit einem Stück glatten Papier bedeckt.

Es versteht sich von selbst, daß ein geschickter Künstler nicht zu pausen braucht, sondern aus freier Hand eine jede Zeichnung auf den Stein treu wiederzugeben weiß. Dagegen wird das Pausen für jeden, der sich nur aus Liebhaberei mit der schönen Kunst des Lithographirens beschäftigt, von nicht geringer Wichtigkeit sein. Mehr aber noch, als das einfache Verfahren zu einem treuen Nachlithographiren, muß es für uns von Interesse sein, was man namentlich beim Schreiben mit autographischer Tinte zu beobachten

hat, da die Anwendung des Ueberdrucks zur Vervielfältigung von Handschriften jetzt sehr allgemein geworden ist und der Gebildete nicht selten sich veranlaßt sieht, von einer solchen Ueberdruckstinte Gebrauch zu machen. Am besten ist es, daß man sich hierzu spitziger, leicht nachgebender Stahlfedern bedient, leicht schreibt und eine Nachhülfe der einzelnen Züge verhütet, was leicht eintritt, wenn die Feder die Tinte nicht leicht fahren läßt; dabei muß die Tinte selbst nicht zu wässerig sein, weil sonst die einzelnen Schriftzüge nicht genug Fett oder vielmehr Seife erhalten, um sich deutlich überdrucken zu lassen. Endlich vermeide man auch die Berührung des Papiers mit den Fingern: wenn auch nicht die schweißige Berührung auf dem Papier eine sichtbare Spur hinterläßt, so bleibt doch immer so viel von dem Hautfett auf dem Papier zurück, daß sich in Folge dessen ein Fingerfleck treu mit allen Fleischlinien auf dem Stein einfindet und nicht immer leicht weggeschabt und weggeätzt werden kann, namentlich wenn ein solcher Fleck in die Schrift selbst hineingeht.

Bleibt uns noch etwas von einem allgemeineren Interesse über den chemischen Druck zu beachten übrig, so ist es der lithographische Farbendruck, Auch hierzu hat der Erfinder der Lithographie die erste Idee angegeben; doch genügten weder seine, noch die Versuche anderer, bis es erst seit dem Jahre 1835 den fortschreitenden Bemühungen einiger Künstler gelang, vollständig kolorirte Bilder lithographisch auszuführen. Man bedient sich hierzu mehrerer Steinplatten, auf welche man erst mit lithographischer Kreide zeichnet und dann die einfachen Farben, wie sie in dem Bilde vorkommen, aufträgt. Die lithographische Kreide ist aber nichts anderes, als eine feste fette Tusche, die nur bei einer gekörnten, d. h. rauh gemachten Oberfläche des Steines in Anwendung kommt.

Freilich ist hiermit noch sehr wenig über diese Kunst gesagt, doch genügt es, um uns eine Vorstellung von ihr zu geben. Ganz besonders ist es bei dem lithographischen Farbendruck erforderlich, das Wesen der Farbenmischung und Farbenharmonie genau zu kennen, um im Stande zu sein, mit wenigen Farbenplatten doch eine große Anzahl von Farbennüancen hervorzurufen, und so

wird es hier die beste Gelegenheit sein, etwas über jenes wunderbare Verhalten der Farben zu einander anzuführen.

Wenn man die sieben Farben des Regenbogens so auf sieben Ausschnitte einer kreisrunden Scheibe von Pappe vertheilt, daß Violett 80, Indigofarbe 40, Hellblau 60, Grün 60, Gelb 48, Orange 27 und Roth 45 gleiche Theile oder Grade des Kreises einnehmen, so besitzt man hierin das Verhältniß in der Vertheilung der Hauptfarben, wie es an dem Farbenbilde nachgewiesen worden ist, das man durch ein von einem Sonnenstrahl beschienenes Prisma, eine dreikantige Glassäule, an einer weißen Wand erhält. Läßt man nun diese bunte Scheibe an einem Stift äußerst schnell um ihren Mittelpunkt kreisen, so verschwinden plötzlich die Farben und die Scheibe erscheint weiß. Diese wunderbare Erscheinung läßt uns darauf schließen, daß die weiße Farbe ebenso aus sieben Farben besteht, wie der weiße Sonnenstrahl aus sieben farbigen Strahlen, in welche er durch das Prisma wie auch durch die Regentropfen beim Regenbogen zertheilt wird.

Gehen wir aber jetzt in der näheren Untersuchung dieser Farben weiter, so finden wir, daß Violett, Indigo, Orange und Grün noch durchaus keine einfachen Farben sind, wenn sie auch durch das Prisma sich nicht weiter zerlegen lassen, sondern daß sie aus Mischungen von Roth, Blau und Gelb hervorgehen. Demnach sind nur diese letzteren als die eigentlichen Grundfarben zu betrachten, aus welchen alle anderen zusammengestellt werden können, wenn sich nämlich die farbigen Substanzen selbst chemisch vertragen und sich nicht gegenseitig zersetzen. Wenn es aber nicht geglückt ist, durch eine verhältnißmäßige Durchmischung von einem rothen, blauen und gelben Farbstoff die weiße Farbe so zu erzeugen, wie sie uns an der sich kreisenden Farbenscheibe (Farbenspindel) erscheint, sondern aus einer solchen Durchmischung von Farbstoffen meist nur eine graue Schmutzfarbe hervorgeht, so liegt die Ursache eben nicht an der Farbe selbst, die eigentlich dem Lichtstrahl angehört, sondern einzig und allein in den körperlichen Stoffen, welche an und für sich farblos sind und nur diese oder jene farbigen Lichtstrahlen mit Einsaugung der übrigen zurückwerfen, wodurch sie in unser Auge gelangen. Selbst wenn man auch zu einer solchen Mischung Farbstoffe wählt, die nicht chemisch verändernd auf einander einwirken,

so fehlt hier doch schon die Bedingung, daß sich ihre kleinsten Theilchen so verhältnißmäßig an einander lagern, wie die farbigen Ausschnitte auf der kreisenden Farbenscheibe. Dagegen wird es schon ungleich leichter sein, künstlich ein ziemlich reines Violett, Orange oder Grün zu erzeugen, da hierzu nur die Mischung von zwei Farbstoffen erforderlich ist.

So viel über die Bedingungen, welche bei der Farbenmischung nothwendig zu beobachten sind. Was die Farbenharmonie betrifft, so hat es der Künstler hier lediglich mit dem Wohlgefallen zu thun, welche diese oder jene Farbenzusammenstellung erregt. Auch diesem Wohlgefallen, wenn wir es nicht mit einem unentwickelten Sinn zu thun haben, liegt ein wundersames Gesetz zu Grunde, und zwar das Gesetz, daß nur diejenige Farbenzusammenstellung gefällt, welche auf der Farbenscheibe Weiß gäbe, also Gelb und Violett, Blau und Orange, Grün und Roth, Blaugrün und Rothorange, Gelbgrün und Rothviolett u. s. w. Es ist, als wenn in solchen Zusammenstellungen dem Auge eine Wohlthat geschähe, es verweilt gern darauf, während es durch die Zusammenstellung von Gelb und Blau, Gelb und Roth, Roth und Blau schon weniger gefesselt wird, insofern diese Farben auf der kreisenden Farbenscheibe sich nur zu einer neuen Farbe, nicht aber zu Weiß ergänzen. Dagegen wird eine Zusammenstellung von Gelb und Grün, Grün und Blau, Orange und Roth u. s. w. mehr oder weniger das Auge unangenehm ermüden, weil diese in ihrer innigsten Vermischung weder Weiß noch eine reine Mischfarbe geben. Am entsprechendsten unterscheidet man daher in einer Zusammenstellung die Farben, welche Weiß geben würden, als gegenseitige Ergänzungsfarben. So ist z. B. das Grün eine Ergänzungsfarbe von Roth und umgekehrt.

Wie sehr das Auge beim Anblick einer bestimmten Farbe nach einer Ergänzung derselben zu Weiß verlangt, haben wir gewiß schon mehrfach beobachten können. Weilt unser Auge längere Zeit auf einer rothen Fläche, so fängt es an, vor unseren Augen grün zu schillern. Schneiden wir uns aus rothem Papier eine runde Scheibe und legen dieselbe auf eine weiße Fläche, so wird unser Auge, wenn es längere Zeit auf die rothe Scheibe hinblickt, zuletzt einen grünen Rand um dieselbe erblicken; sehen wir darauf ebenso angestrengt auf eine gelbe Scheibe, so wird sich diese violett

umranden, während unter denselben Umständen eine blaue Scheibe einen orangefarbigen, eine violette Scheibe einen gelben Rand u. s. w. erhält. Aus diesen angeführten Beispielen erklärt sich aber auch, wie das Auge zuletzt sich selbst die wohlthätigen Ergänzungsfarben schafft, wo der Künstler ihm dieselben nicht geboten, und wie wir daher das reine Grün neben dem Blau ins Gelbliche, das reine Roth neben dem Violetten ins Orangefarbige u. s. w. hinüberspielen sehen.

Die Lithographie erinnert an die Kunst, durch verschiedene Aetzmittel auf Glas, Stahl u. s. w. beliebige Zeichnungen zu erzeugen, und wir wollen einige dieser Aetzmittel und die Art ihrer Anwendung hier näher betrachten.

Wollte man vermittelst eines Diamants alle Zeichnungen einritzen, welche die gläsernen Kunstgefäße oft so theuer machen, so würde dieses deren Werth noch bedeutend erhöhen, ohne daß die Zeichnung befriedigender ausfiele; viel leichter erreicht man hier seinen Zweck durch ein Aetzen mit Flußspathsäure. Betrachten wir diese und deren merkwürdige Eigenschaften näher.

Die Flußspathsäure, auch Flußsäure genannt, entspricht den sauren Verbindungen von Chlor, Brom, Jod, Cyan und Schwefel mit Wasserstoff. Sie kommt meist an Kalk gebunden vor, und zwar in dem Flußspath, einem Mineral, das durch Hitze leicht zum Schmelzen gebracht werden kann und zur Beförderung von Metallschmelzungen gebraucht wird. Aus diesem Mineral wird es, wie die Salzsäure aus dem Kochsalz, durch Uebergießen mit Schwefelsäure dargestellt; doch darf man sich dazu keiner Glasretorte bedienen, welche von der frei werdenden Flußsäure angegriffen, ja zerfressen werden würde, sondern man braucht dazu eine Bleiretorte. Die Ursache aber, daß die Flußsäure eine so zerstörende Wirkung auf Glas ausübt, beruht darauf, daß sie die Kieselerde (Kieselsäure) im Glase auflöst, wobei merkwürdiger Weise eine farblose Gasart, Fluorkiesel, entsteht und verflüchtigt. Die wasserfreie Flußsäure wirkt so heftig auf Glas, daß ein Tropfen auf demselben sich sofort unter einem Zischen erhitzt und dann als ein dicker Rauch

verfliegt. Eine andere Eigenschaft dieser Flußsäure besteht in ihrer furchtbaren Giftigkeit. Berührt man nur die Haut mit der Spitze einer Nadel, die mit flüssiger Flußsäure befeuchtet ist, so verursacht diese Berührung nicht nur heftige Schmerzen, sondern kann auch eine entzündliche und nur sehr langsam heilende Wunde zur Folge haben. Ebenso kann schon ein augenblickliches Hineinhalten der Fingerspitzen in Dampf der Flußsäure gefährliche Schäden an denselben erzeugen. Daher hat man sich bei der Anwendung der Flußsäure zum Glasätzen nicht wenig davor in Acht zu nehmen, etwas von dem Dampf einzuathmen. Durch die Vermischung der Flußsäure mit Wasser, welches sie noch begieriger als das Chlorwasserstoff aufnimmt, wird ihre giftige Wirkung etwas gemildert; auch verletzt sie dann nicht mehr in der bezeichneten Weise die Haut.

Die Darstellung und Anwendung der Flußsäure zum Glasätzen besteht in einem sehr einfachen und sicheren Verfahren, wenn man es nur mit Glasscheiben zu thun hat. Zuerst hat man hierzu der Glasscheibe einen Aetzgrund zu geben, d. h. man hat sie mit einem dünnen Ueberzug von weißem Wachs oder aus einer Mischung von Wachs, Pech und Mastix zu versehen und in diesem Aetzgrunde mit einer Radirnadel die gewünschte Zeichnung so einzuradiren, daß an diesen Stellen das Glas entblößt wird. Darauf zerstoße man ein Quentchen Flußspath zu einem gröblichen Pulver, schütte es in eine bleierne Schale, gieße etwa ½ Loth Schwefelsäure darauf und überdecke es dann sogleich mit der Glasscheibe. Nimmt man dieselbe nach einigen Stunden ab, wobei man zur Vorsicht gegen den giftigen Flußsäuredunst etwas Wasser in die Schale gießt, und entfernt nun den Ueberzug mit Terpenthinöl, so wird die Glasscheibe die gewünschte Aetzung zeigen.

Will man dagegen Trinkgläser, Flaschen, gläserne Maßstäbe u. s. w. durch Flußsäure ätzen, so muß man dieselben, nachdem auf ihrem Aetzgrunde die Zeichnung einradirt worden, mit wässeriger Flußsäure einige Mal überpinseln. Da jedoch die Darstellung dieser flüssigen Flußsäure schon schwieriger ist, indem man hierzu die dampfförmige Flußsäure in Wasser zu leiten hat und dieses nur vermittelst der bleiernen Retorte und Vorlage, welche letztere zum Theil mit Wasser angefüllt ist, geschehen kann, so ist es bei kleinen

Versuchen zweckmäßig, die geritzten Stellen mit einer Mischung von 1 Theil Schwefelsäure und 2 Theilen Wasser zu bestreichen und nun auf dieselbe Flußspathpulver zu sieben. Daß man auch hierbei die größte Vorsicht beim Athmen zu beachten hat, versteht sich nach dem Angeführten von selbst.

Wie das Glas, so lassen sich endlich auch Metalltafeln zweckmäßig ätzen, statt daß man die Zeichnung in dieselben mit der Radirnadel ritzt und schraffirt. Man macht hier z. B. ebenfalls einen Aetzgrund, wie wir ihn oben zum Aetzen des Glases angedeutet haben, radirt darauf in diesen Aetzgrund die Zeichnung ein, zieht um die Kupfertafel einen Rand von Wachs und gießt nun Scheidewasser auf die Fläche. Entfernt man nach einiger Zeit den Aetzgrund, so findet man auf der Platte die Zeichnung eingeätzt, und zwar dadurch, daß die Salpetersäure nebst ihrem Wasser das Kupfer hier oxydirt und das auflösliche salpetersaure Kupferoxyd gebildet hat. Die Punktirung in der Zeichnung geschieht durch das Aufschlagen einer an seiner Endfläche punktirten Keule. Die Lichtstellen werden in die Platte dadurch hineingearbeitet, daß man sie mit einem eigenen stählernen Werkzeuge erst sammetartig rauh kratzt, worauf man diesen Grund wegschabt. Außerdem hat man noch manche andere Arten, auf die Kupfertafel die Zeichnung zu bringen, welche zum Abdruck auf Papier bestimmt ist.

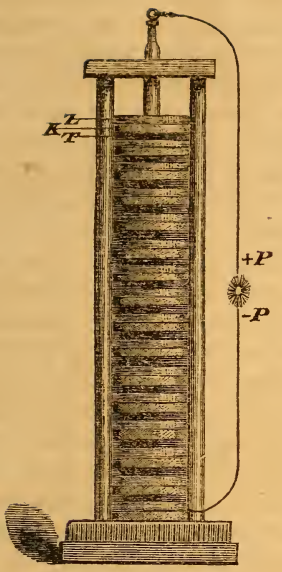
Die bekannte Damascirung des Stahls ist die Folge einer Aetzung mit Säure. Doch eignet sich dazu nur eine Stahlart, welche in Ostindien bereitet wird, denn nur dieser Stahl hat die Eigenschaft, wenn er nach dem Aushämmern mit schwacher Schwefelsäure geätzt wird, die dunklen und hellen Adern der Damascenerklinge zu zeigen; die Ursache davon liegt hier in einem eigenthümlichen krystallinischen Gefüge der Stahltheilchen, das beim Schmelzen und Hämmern nicht ganz vernichtet wird. In Europa stellt man eine solche Damascirung dadurch her, daß man Stangen von Stahl und geschmeidigem Eisen zusammenschweißt, d. h. in der Glühhitze zusammenhämmert und sie, so lange sie noch weich sind, spiralförmig windet. Wenn man die Oberfläche dieses Stahls mit einer Säure bestreicht, so macht sich hier der Stahl durch seinen Kohlengehalt in schwarzen wellenförmigen Streifen bemerkbar, während die ähnlichen Eisenstreifen blank bleiben.

35.

Die chemischen Wirkungen der Elektrizität in der Galvanoplastik.

Mit dem Malen und Zeichnen ist auch das Modelliren verwandt; wie aber der Forschungs- und Erfindungsgeist des Menschen in der Daguerreotypie die Sonne zum geschicktesten Zeichner und in der Lithographie und Zinkographie einen chemischen Prozeß in einer glatten Stein- und Zinkfläche zum Vervielfältiger dessen machte, was die Menschenhand gezeichnet oder geschrieben hatte, so ist es andererseits ebenfalls diesem Geiste gelungen, einen elektrischen Strom bald als Vergolder, bald als Modelleur, ja selbst als Bildhauer zu benutzen. Die Kunst, welche der Mensch durch den elektrischen Strom ausüben läßt, ist die Galvanoplastik, und die Substanz, aus welcher dieser Strom seine Kunstwerke hervorzaubert, ist zunächst eine Auflösung von solchen Metallsalzen, welche ihre Metalle zu jenen Kunstwerken hergeben müssen.

Hiermit sei unsere Unterhaltung über den betreffenden interessanten Gegenstand eingeleitet. Gehört er nicht, könnte man bei dieser Gelegenheit fragen, in das Gebiet der Physik, wo wir von den Kräften überhaupt, also auch von der Elektrizität, zu sprechen haben? Freilich; doch gehört er ebenso der Chemie an, insofern hier die elektrische Kraft ein chemisches Zersetzungsexperiment ausführt, wie etwas Aehnliches durch das Licht in der Daguerreotypie geschieht, weshalb wir dieselbe auch zum Gegenstand unserer chemischen Unterhaltungen gemacht hatten. Ueberhaupt treten die beiden Wissenschaften Chemie und Physik in vielen Zweigen unserer gewerblichen und künstlerischen Thätigkeit so innig verschwistert auf, daß sie sich nicht immer trennen lassen. Was aber die Galvanoplastik betrifft, so werden wir ihr Wesen hier um so eher verstehen können, als wir schon früher einiges Wichtige über die Elektrizität (vergl. I, S. 144, 145) kennen gelernt und hier nur noch Weniges zuzufügen haben, um uns mit Beherrschung der wirkenden Kraft einen galvanoplastischen Apparat zu einigen interessanten künstlerischen Arbeiten einzurichten.



Figur 35.

Besitzt man eine Volta'sche Säule (vgl. die Figur), so kann man auch schon interessante Versuche über die Zersetzbarkeit der Alkalien, ja des Ammoniaks anstellen, wenn man sich dabei der Mitwirkung des Queckſilbers bedient. Um z. B. Kali zu zersetzen, höhlt man ein Stückchen Kali aus, füllt es mit einigen Tropfen Queckſilber und legt es auf ein Platinblech, das mit dem positiven Zinkpol in Berührung gebracht worden ist, während man den negativ elektrischen vom Kupferende kommenden Draht in das Queckſilber leitet. Das Kali wird sich sofort zersetzen, wobei sich das Kalium mit dem Queckſilber amalgamirt und der Sauerstoff des Kali's entweicht. Interessanter ist noch das Experiment, das man in dieser Weise mit einem Stück Salmiak (Chlorammonium), Queckſilber und dem galvanischen Strom anstellt. Höhlt man nämlich ein Stück Salmiak aus, feuchtet dasselbe etwas mit Wasser an, gießt darauf einige Tropfen Queckſilber in die Aushöhlung und bringt, wie bei der Kalizersetzung, den feuchten Salmiak mit dem positiven und das Queckſilber mit dem negativen Pol in Berührung, so schwillt das Queckſilber plötzlich wie ein Schwamm an. Es amalgamirt sich bei dieser Gelegenheit das Ammonium mit dem Queckſilber und liefert so den Beweis, daß das Ammonium, welches, wie es uns schon bekannt ist, aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, eine metallische Natur besitzt, woraus manche Naturforscher gefolgert haben, daß die metallischen Elemente überhaupt noch keine Elemente seien und der alte Gedanke, Gold, Silber u. s. w. künstlich darzustellen, sich

noch einmal verwirklichen werde. Was indessen das Ammonium-Amalgam betrifft, so verschwindet es ebenso schnell, wie es entsteht, indem das Ammonium sofort einen Antheil seines Wasserstoffs freigiebt, auf diese Weise zu Ammoniak wird und verflüchtigt.

Bei diesen beiden interessanten Experimenten erleichtert das Quecksilber die Zersetzung der Alkalien, indem sich ihre metallische Grundlage, gewissermaßen aus Scheu vor dem Alleinsein, sogleich mit dem Quecksilber amalgamiren kann; das Ammoniak könnte überhaupt nicht anders zersetzt werden.

Es ist aber nicht immer eine Volta'sche Säule, oder, mit andern Worten, eine zusammengesetzte Kette erforderlich, um chemische Zersetzungen zu bewirken. Man kann sich dazu auch, namentlich bei leichter zersetzbaren Körpern, wie bei den Salzen, einer einfachen Kette bedienen, d. h. einer Vorrichtung, wo zwei verschiedene Metalle in einem oder in mehreren Punkten verbunden sind und mit einer zersetzbaren Flüssigkeit in Berührung gebracht worden.

Berührt man z. B. eine in Wasser liegende Silbermünze mit Zink, so entwickeln sich aus dem Wasser Bläschen von Wasserstoff, während der gleichzeitig frei werdende Sauerstoff das Zink oxydirt. Durch diese Berührung wird das Zink positiver elektrisch, als es der Wasserstoff in seiner Wasser bildenden Verbindung mit Sauerstoff ist; das Zink ist somit im Stande, den Wasserstoff zu verdrängen, um sich mit dem Sauerstoff zu verbinden. Es geschieht hier also durch die Berührung des Zinks mit Silber dasjenige, was auch mit dem Zink stattfindet, wenn es mit einer verdünnten Säure übergossen wird; auch dann entwickelt es aus dem Wasser Wasserstoff, indem es (vgl. I, S. 53) zur Bildung eines Salzes zuerst mit dem freiwerdenden Sauerstoff eine Verbindung einzugehen hat.

Um es zu verhüten, daß die kupfernen Beschläge der Schiffe von dem salzigen Meerwasser angegriffen werden, hatte schon der große englische Chemiker Humphry Davy gerathen, die Kupferbeschläge an einzelnen Stellen mit Zinkplatten zu überlöthen. Durch diese Berührung von Kupfer, Zink und Wasser wird eine einfache galvanische Kette gebildet, in der nur das Zink oxydirt und das Kupfer unangegriffen bleibt. Man hat gefunden, das nur $\frac{1}{500}$ des Kupferbeschlages mit einer Zinkdecke versehen zu werden braucht,

um die übrige Kupferfläche vor der zerstörenden Oxydation zu schützen; freilich war aber diese Erfindung dennoch nicht bei den Schiffen gut anzuwenden, weil sich auf die unangegriffene Kupferfläche die Basen der Meersalze niederschlugen und mit ihnen sich auch eine Menge von Schalthieren an dieselben ansetzten. Es läßt sich indessen begreifen, daß dieses Verhalten von Kupfer und Zink, wie überhaupt von zwei verschiedenen Metallen, anderweitig keine geringe technische Bedeutung gewinnen mußte.

Ein anderes interessantes Experiment, das man mit einer einfachen galvanischen Kette anstellen kann, besteht in Folgendem. Legt man eine Zinkplatte auf die Zunge und eine Kupfer- oder besser Silberplatte unter dieselbe, so empfindet man, wenn man die beiden Platten in einem Punkt berührt, einen säuerlichen Geschmack; bringt man dagegen die Silberplatte auf und die Zinkplatte unter die Zunge, so stellt sich bei ihrer Berührung ein brennender alkalischer Geschmack ein, wie ihn z. B. eine Potaschenlauge hervorruft. Die Zink- und die Kupferplatte erhalten hier in ihrer Berührung, die auch durch einen sie verbindenden kurzen Draht vermittelt werden kann, die Eigenschaft eines einfachen Plattenpaars von einer Voltaschen Säule, wobei die Zunge nur die Rolle des mit einer Salzlösung angefeuchteten Tuchlappens jener Säule spielt. Wenn nun unsere Zunge durch die aufliegende Zinkplatte einen sauren, durch die aufliegende Kupferplatte aber einen alkalischen Geschmack empfindet, so erklärt sich dies nur daraus, daß hier bei der durch die Elektrizität des Zinks bewirkten Zersetzung der Salze auf der Zungenschleimhaut die positive Elektrizität des Zinks die Säuren der Salze, die entgegengesetzte negative Elektrizität des Kupfers oder des Silbers aber die Basen der Salze an sich zieht.

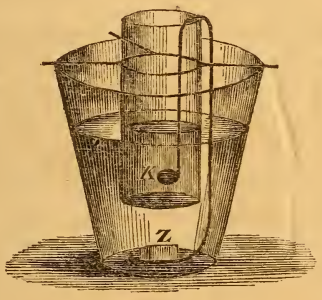
Mit diesen angeführten Experimenten haben wir auch das eigentliche Wesen der Galvanoplastik kennen gelernt, die erst in neuerer Zeit erfunden worden ist und nun Tausenden von Technikern bei Vergoldungen, Versilberungen u. s. w., bei der Anfertigung und Vervielfältigung von Medaillen, ja sogar bei der Darstellung von metallenen Geräthschaften, Büsten u. s. w. ohne die Mithülfe des Feuers in Anwendung kommt. Versuchen wir es jetzt, diese schöne Kunst so zu betrachten', wie sie sich allmälig vor der Forschung enthüllte.

Theils ist es der Zufall, theils aber auch die Genialität eines Forschers, welche zur Entdeckung einer neuen Naturwahrheit, wie auch, wenn sie schon als bekannt vorliegt, zu ihrer praktischen Anwendung führt. Aus der Geschichte der Daguerreotypie ersehen wir, daß ihre Erfinder Niepce und Daguerre nach der Kunst mühsam forschten, die chemische Zersetzungskraft der Sonne zur Darstellung von Abbildungen zu benutzen. Es gehörte in der That ein bedeutendes Genie dazu, schon eine solche kühne Aufgabe zu erfinden, um wie viel mehr bedurfte es noch der Kraft und Ausdauer, die Lösung dieser Aufgabe konsequent zu verfolgen. Nicht minder müssen wir das Genie eines Senefelder bewundern, der selbst ohne genügende chemische Kenntnisse dasjenige sich vorher mehr oder weniger klar dachte, was die chemischen Wirkungen von Fett und Seife, Gummi und Säuren auf einer Kalksteinfläche möglich machen konnten. Was die Galvanoplastik indessen betrifft, so war ihr eigentlichstes Wesen, die Ausscheidung der Metalle aus ihren Auflösungen durch den galvanischen Strom, schon längst bekannt, so daß zu ihrer vollen Entdeckung nur noch die Frage eines industriellen Kopfes gehörte, ob man diese Metallniederschläge, welche sich an den galvanisirten Draht ansetzten, nicht vortheilhaft sich an einen andern metallischen, mit dem Draht in Berührung gebrachten Gegenstand ansetzen lassen könnte, um denselben, je nach der Metallauflösung, zu verkupfern, zu versilbern, zu vergolden u. s. w., oder ob nicht gar bei Fortsetzung der galvanischen Strömung ein Abdruck der Form des betreffenden Gegenstandes zu gewinnen wäre? Ja selbst als sich unter andern ein französischer Gelehrter, de la Rive, von der Möglichkeit einer derartigen metallischen Abformung überzeugt hatte, blieb diese Erscheinung dennoch einige Zeit praktisch unbenutzt, sei's, daß hier der innere Antrieb zu einer solchen praktischen Benutzung fehlte, sei es aber auch, sonderbar genug, weil noch der anregende Name für die Erscheinung nicht vorhanden war.

Erst der Professor Jacobi in Petersburg verfiel 1839 auf den hier so nahe liegenden Gedanken, diese Erscheinung praktisch zu benutzen und ihr den entsprechenden Namen „Galvanoplastik", zu deutsch: die Abformungskunst durch den Galvanismus, zu geben, und nun wendeten nicht allein die ganze naturforschende Welt,

sondern auch die Techniker ihre Aufmerksamkeit in gebührender Weise dieser neuen und ebenso alten Erscheinung zu; ja es fanden sich sogar viele, welche die Erfindung zuerst gemacht haben wollten. Das Jacobi'sche Experiment bestand aber zunächst darin, Kupferabdrücke zu gewinnen, und zwar durch ein Verfahren, wie man ein solches noch jetzt bei kleinen Versuchen beobachtet.

Man bringt nämlich in einem tiefen gläsernen Behältniß einen irdenen unglasirten Napf so schwebend an, daß er, wie die folgende Figur zeigt, etwas hoch über dem Boden des Glasgefäßes steht; am einfachsten befestigt man den Napf durch drei Drähte, welche ihn umwinden und mit ihren Enden an dem Rand der Schüssel



Figur 36.

befestigt sind. Nun gießt man in das Glasgefäß stark angesäuertes Wasser, wozu man etwa 1 Theil Schwefelsäure auf 16 Theile Wasser nimmt; in den Napf gießt man aber eine starke Auflösung von Kupfervitriol (schwefelsaurem Kupferoxyd). Hat man nun an dem einen Ende eines Kupferdrahtes eine Kupfer- oder auch Silbermünze, und an dem andern ein Stück Zeug befestigt und hängt die Münze in den Napf hinein, während man das Zink auf dem Boden der Schüssel liegen läßt, so tritt sofort ein galvanischer Strom zwischen dem Zink und dem Kupfer oder dem Silber ein, wobei sich die Münze erst verkupfern, dann aber mit einer immer dicker werdenden Lage von Kupfer bekleiden wird. Hört die Gasentwickelung in dem angesäuerten Wasser, worin das Zink liegt, auf, so setzt man ihm noch etwas Schwefelsäure hinzu. Ebenso kann man auch

noch, damit sich das Kupfer aus dem Kupferoxyd nicht so schnell verbrauche, ein Stück Kupfer oder einige Krystalle Kupfervitriol in den Napf legen; doch verhüte man, daß das Stück Kupfer mit der Münze oder dem galvanisirten Draht in Berührung kommt, weil er, anstatt sich hier in der freiwerdenden Säure des Kupfersalzes aufzulösen, dann auch galvanisirt würde und somit Kupfer aus der Auflösung an sich zöge. Unterhält man auf diese Weise den Prozeß einige Tage, so wird die Münze mit einem Ueberzug von mehreren Linien Dicke bekleidet sein. Will man indessen einen solchen Ueberzug als einen leicht von der Münze abzulösenden Abdruck gewinnen, so muß man die Münze an denjenigen Stellen, wo kein Niederschlag stattfinden soll, vorher mit Wachs oder Talg überziehen.

Was geht hier aber vor? Der galvanische Strom beginnt an dem Punkt, wo das Zink mit dem Kupferdraht in Berührung kommt, pflanzt sich durch den Draht, dann durch die Kupfermünze und die Kupferlösung fort und kehrt durch die poröse Wandung des unglasirten irdenen Napfes zu dem angesäuerten Wasser und dem Zink zurück, so daß er sich auf diese Weise in einem fortdauernden Umlauf befindet. Der irdene Napf kann auch durch einen Glascylinder ersetzt werden, wenn man die eine Mündung dieses Cylinders mit einer feuchten Blasenhaut überzieht und überbindet, weil durch die Blasenhaut der galvanische Strom sich ebenfalls fortpflanzen kann. Da nun aber durch diesen Strom das Kupfer oder das Silber negativ elektrisch werden, so ziehen diese Metalle, ähnlich dem Experiment mit der Zunge, das Kupfer des aufgelösten Salzes an, mit Ausscheidung der Säure und des Sauerstoffs, während das positive Zink wiederum den Sauerstoff aus dem Wasser aufnimmt und sich gleichzeitig mit der Schwefelsäure zu schwefelsaurem Zinkoxyd (Zinkvitriol) verbindet. Man kann indessen auch das Zink, statt in angesäuertes Wasser, in Salzwasser tauchen; dann findet ein schwächerer galvanischer Strom statt und die Ausscheidung des Kupfers geht langsamer vor sich, was die Verkupferung schöner ausfallen läßt.

Nachdem man auf diese Weise Kupferabdrücke auf Formen von Kupfer und Silber gewonnen hatte, stellte man nun auch bald beliebige Gegenstände in Kupfer dar, von denen man einen Abdruck

in Wachs oder Gyps nehmen konnte. Man formte zu diesem Ende z. B. eine Mischung von Wachs und Stearin auf den betreffenden Gegenstand ab und überstrich vermittelst eines Pinsels den vertieften Abdruck entweder mit Versilberungs-, Bronze- oder Graphitpulver, umgab die Form mit dem Kupferdraht, legte sie in die Kupferlösung des galvanischen Apparats und erreichte seinen Zweck. Ebenso gelang es auch, Glas, Holz, Blumen, ja Insekten zu überkupfern, nachdem man sie mit einem Firniß überzogen und dann mit Silber-, Bronze- oder Graphitpulver überstrichen hatte.

Daß auch auf Graphit sich ein Niederschlag von Kupfer erzeugt, erklärt sich aus der Eigenschaft seines Kohlenstoffs, welcher noch in einem höheren Grade negativ elektrisch als das Kupfer und das Silber zu werden vermag. Dagegen würde man nicht in der angeführten Weise eine Ueberkupferung von Eisen, Zink und einigen andern Metallen gewinnen, welche im Vergleich mit Kupfer positiv elektrisch sind. Diese Metalle zersetzen eine Kupferlösung schon an und für sich, um sich mit der Säure des Kupfersalzes zu verbinden, wie wir dieses daraus ersehen, wenn wir ein blankes Eisen in eine Kupferlösung stecken; es schlägt sich zwar an dieses Eisen Kupfer nieder, doch löst auch die aus dem zersetzten Kupfersalz frei gewordene Säure gleichzeitig eine entsprechende Menge des Eisens auf, was bei dem galvanoplastischen Niederschlag z. B. des Kupfers auf Siber nicht geschieht.

Wie sich aber Eisen, Zink u. s. w. gegen eine Kupferlösung in der Regel verhält, so verhält sich auch Kupfer gegen die gewöhnliche Auflösung des Silbers in Salpetersäure oder die gewöhnliche Auflösung des Goldes in einem Gemisch von Salpeter- und Salzsäure (Königswasser). Kupfer zersetzt diese Auflösungen, um sich mit den genannten Säuren zu verbinden, während Silber und Gold die Auflösung des Kupfers in Salpeter- und Salzsäure ebenso wie in Schwefelsäure unangefochten läßt, wenn nicht eben ein galvanischer Strom hier zersetzend wirkt. Es kam daher bei den weiteren galvanoplastischen Versuchen für eine Versilberung und Vergoldung des Kupfers darauf an, solche auflösliche Salze von Silber und Gold zu besitzen, in denen das Silber und das Gold eine größere chemische Anziehung als das Kupfer zu der Säure hat. Solche Salze fand man in dem Cyansilber und dem Cyangold in der Vermischung

mit dem leicht löslichen Chlorkalium, und so konnten nun auch ebenso befriedigende Versilberungen und Silberabdrücke, Vergoldungen und Goldabdrücke gewonnen werden.

Die Darstellung der genannten Salzmischungen bietet weniger Schwierigkeiten, als Gefahr, und zwar wegen der strengen Giftigkeit des Cyankaliums (blausauren Kali's), welches man hierzu braucht. Ebenso kann auch die Blausäure, welche bei der galvanischen Versilberung und Vergoldung bei kleinen Versuchen in der Flüssigkeit zurückbleibt, für den Unerfahrenen gefährlich werden. Es ist sowohl bei dem blausauren Kali wie bei der Blausäure ja nicht immer nöthig, daß sie unvorsichtiger Weise in den Mund kommen, um den Tod herbeizuführen, sondern die tödtliche Wirkung dieser Gifte kann schon eintreten, wenn nur etwas von ihnen in eine kleine blutige Verletzung gelangt, welche man namentlich an der Hand so oft erhält, ohne sie weiter zu beachten. Drum wollen auch wir das Verfahren der galvanischen Versilberung und Vergoldung nur so weit berücksichtigen, als es dazu dienen kann, uns eine weitere Vorstellung von den galvanisch-chemischen Wirkungen zu geben, welche in unserer Zeit eine so bedeutende Rolle auf dem Gebiete der gewerblichen Kunst spielen. Zunächst betrachten wir aber eine wesentliche Verbesserung, welche das galvanoplastische Verfahren mit der Zeit gewonnen hat.

Bei der Größe und sehr oft verschiedenen Form der Gegenstände, welche entweder verkupfert, versilbert oder vergoldet werden sollten, oder von denen man einen Abdruck gewinnen wollte, war es sehr umständlich, diese Gegenstände in den galvanischen Apparat selbst hineinzubringen, und man suchte nach einer bequemen Art und Weise, das galvanoplastische Experiment außerhalb jenes Apparates vorzunehmen. Dieses wurde nun durch folgende Einrichtung erreicht, welche jetzt fast allgemein in Anwendung kommt.

Man behält die ursprüngliche Einrichtung, wie Figur 36 zeigt, so weit bei, daß der irdene Napf in dem Glasgefäße hängt, und dieses das angesäuerte Wasser oder Salzwasser nebst einem Stück Zink enthält, während in dem Napf sich eine Lösung von Kupfervitriol und ein Stück oder Streifen Kupferblech befinden; anstatt aber nun Zink und Kupfer durch einen Kupferdraht mit einander zu verbinden, befestigt man sowohl an das Zink als auch an das

Kupfer einen besonderen Kupferdraht, so daß man nun zwei Drähte hat, welche man jetzt beliebig dorthin leiten kann, wo man das galvanoplastische Experiment vornehmen will. Hat man z. B. eine kupferne Büste zu versilbern, so kann man sich jetzt dazu eines passenden Gefäßes bedienen. In dieses Gefäß bringt man eine Mischung von 1 Theil Chlorsilber und 6 Theilen Cyankalium in etwa 100 Theilen Wasser aufgelöst, wobei sich durch eine gegenseitige Zersetzung das erforderliche Cyansilber und das Chlorkalium bildet, darauf umwindet man mit dem vom Kupfer kommenden Draht die Büste, damit sie in mehreren Punkten mit deren Kupfer in Berührung komme, und verbindet ebenso den vom Zink kommenden Draht mit einem Stück Silber. Legt man nun die Büste und das Stück Silber in die Cyansilberlösung, ohne daß sie sich berühren, so tritt sofort die galvanische Versilberung der Büste ein, wobei zugleich das freiwerdende giftige Cyan sich wieder mit dem Silber chemisch verbindet, das mit dem vom Zink kommenden Draht in Berührung steht; auf diese Weise schlägt sich einerseits so viel Silber an die Büste nieder, als andererseits Silber von dem Silberstück chemisch aufgelöst wird, so daß bei einem gleichmäßigen Fortgang der Versilberung dieser Prozeß so lange fortdauern kann, als man eben will.

Dasselbe aber wird man auch bei einer Vergoldung zu beobachten haben. Hier bedient man sich einer Auflösung von Chlorgold und Cyankalium in Wasser, wobei sich gleichfalls durch eine gegenseitige Zersetzung das entsprechende Verhältniß von Cyangold und Chlorkalium bildet, wenn man etwa auf 1 Dukaten, den man zur Chlorgoldbildung in Königswasser (Salz- und Salpetersäure) auflöst, 2 Loth Cyankalium nimmt. Ebenso bedarf man zur Verkupferung von Eisen einer Auflösung von 1 Theil Kupfervitriol und 2 Theilen Cyankalium; ist das Eisen verkupfert worden, so kann man es dann auch leicht in der angegebenen Weise vergolden. In ähnlicher Weise bewirkt man das Platiniren, indem man hier am besten eine Auflösung von Platinsalmiak braucht, welches Salz durch eine Behandlung von Chlorplatin, Salzsäure und Salmiak gewonnen wird.

Die Erklärung dieser Versilberungs-, Vergoldungsprozesse ꝛc. ist den früheren über die chemischen Wirkungen des Galvanismus

ähnlich. Wir erblicken in den zwei Drähten der beschriebenen Vorrichtung nur die Träger der beiden Elektrizitäten, von denen die negative zur Zersetzung eines aufgelösten Metallsalzes, die positive aber zur Bildung eines Metallsalzes dient.

So viel über die hauptsächlichsten Bedingungen, um den Galvanismns oder die Berührungselektrizität, wie man denselben noch sehr bezeichnend nennt, zur Galvanoplastik zu benutzen. Auch hier überzeugen wir uns, mit wie wenigen Kräften die Natur und der Mensch, welcher sie erkennt, das Mannigfachste zu schaffen vermag. Wir sehen bei der Berührung zweier verschiedener Metalle und einer Flüssigkeit eine Kraft erwachen, welche mit der des Blitzes eine und dieselbe ist, nur mit dem Unterschiede, daß die Wirkung des Blitzes eine gewaltige in einem verschwindenden Augenblick ist, während ein galvanischer Strom eine ähnliche gewaltige Wirkung erst in der Länge der Zeit ausüben kann, wenn wir die Werke der Galvanoplastik mit den Zerstörungen des Blitzes vergleichen wollen.

Was die Anwendung, wie überhaupt die Kunstwerke der Galvanoplastik betrifft, so läßt sich erwarten, daß sie noch in Zukunft reichhaltiger werden. Wir haben schon oben der Verkupferung selbst von Insekten und Blumen erwähnt; nach der Verkupferung kann man nun auch leicht eine Versilberung oder Vergoldung derselben vornehmen, so daß hiermit die Galvanoplastik Dinge liefert, welche dem uneingeweihten Vergolder, der es nur mit Feuer zu thun hat, wie durch Zauberkräfte hervorgerufene Kunstwerke erscheinen müssen.

Wie solche interessante Spielereien kann man auch mit Erfolg seidene und andere Gewebe versilbern und vergolden, wenngleich diese Metallüberzüge nur mechanisch den Geweben anhaften. So hat man schon vor mehreren Jahren in England die feinsten Spitzen und Kanten zur nicht geringen Freude einer putzlustigen Damenwelt galvanisch versilbert und vergoldet.

Will man einen derartigen Versuch z. B. mit einem Stück Tüll anstellen, so verfahre man folgendermaßen. Man tauche das Stück Tüll in geschmolzenes Wachs und setze es dann der Wärme aus, damit das Wachs in die Fäden gehörig eindringe; darauf presse man den Tüll noch heiß zwischen Löschpapier, damit das

überschüssige Wachs entfernt werde, und überpinsele ihn mit trocknem geschlemmten Graphit. Ist das Gewebe so weit gehörig zubereitet, so kann man nun jede beliebige Versilberung und Vergoldung mit ihm nach der eben beschriebenen Weise vornehmen, nachdem man es vorher verkupfert hat.

Zur Nachbildung von Büsten und anderen Gegenständen in Kupfer, Silber u. s. w. formt man erst einzelne Theile dieser Gegenstände in weichem Wachs ab, überstreicht die vertieften Abdrücke mit Graphit, läßt auf dieselben den Metallniederschlag zu einiger Dicke erfolgen und setzt nun später die einzelnen Metallabdrücke zusammen. Daß man auf diese Weise selbst ein Denkmal, wie das Friedrichs des Zweiten unter den Linden zu Berlin, galvanoplastisch in jedem Metall nachbilden könnte, versteht sich von selbst.

In Paris werden die chirurgischen Instrumente, welche lange mit todten thierischen Substanzen, dem Fleisch von Leichen u. s. w., in Berührung bleiben, galvanisch vergoldet, besonders wo eine haarscharfe Schneide nicht erforderlich ist. Da diese vergoldeten Instrumente nicht rosten können, so ist auch viel weniger die Gefahr da, daß nach dem Abwaschen derselben an ihnen noch etwas von dem so furchtbaren Gift des verwesten Blutes, Fleisches u. s. w. haften bleibt. Als sehr zweckmäßig empfiehlt sich auch eine galvanische Vergoldung und Versilberung von stählernen Fruchtmessern; diese werden ungleich schärfer sein können, als die aus Silber verfertigten Messer.

Eine der interessantesten Anwendungen hat die Galvanoplastik in der Herstellung von Reliefplatten gefunden, welche in jeder Beziehung den Holzschnitt für den Druck ersetzen können. Diese Kunst ist von ihrem Erfinder Palmer, einem Engländer, Glyphographie genannt worden, was eigentlich nur Schnitzkunst heißt. Diese Reliefplatten werden durch einen galvanoplastischen Niederschlag erzeugt, wozu man das Modell dazu auf folgende Weise herstellt.

Auf eine geschwärzte und mit Wachs und Graphit überzogene Kupfertafel wird die Zeichnung oder die Schrift einradirt, doch so, daß nichts von den Wachstheilchen in den radirten Strichen zurückbleibt. Bringt man diese mit Sorgfalt behandelte Platte in einen

galvanoplastischen Apparat, so schlägt sich das Kupfer nieder, fällt zunächst auf die radirten Striche, wo die Kupferplatte entblößt ist, und überzieht dann die ganze Wachsdecke, indem es sich zu einer Platte gestaltet. Diese galvanisch niedergeschlagene Kupferplatte wird mit einer Zinkplatte hinterlöthet und endlich zum Abdruck auf den Klotz befestigt, wo sie dann, wie ein Holzschnitt, ihre Verwendung finden kann.

Endlich kann man auch auf galvanoplastischem Wege die Ausscheidung der Metalle aus vielen ihrer Erze bewirken, indem man diese zuerst durch Salz- oder Schwefelsäure in ein lösliches Salz verwandelt, und so wird die Galvanoplastik selbst in den Hüttenwerken für viele Fälle eine Bedeutung gewinnen, wie sie bisher nur das chemische Walten innerhalb einer Roth- oder Weißglühhitze behauptet hat.

36.

Das Feuer und seine Nahrung. Feuerlöschkunst u. s. w.

Was Licht und Wärme ist und wie sie noch anderweitig als chemisch, d. h. zersetzend und zusammensetzend, walten und wirken, kann nur eine ausführlichere physikalische Unterhaltung genügend beantworten; wie wir aber Licht und Wärme auf die mannigfachste Weise vermittelst irdischer Stoffe und ihrer chemischen Prozesse erzeugen können, muß die Chemie uns lehren. Freilich haben wir hierüber, wie auch über die chemischen Wirkungen der Wärme und des Lichts, schon vieles Interessante kennen gelernt, ohne jedoch hiermit noch einen ordnenden Ueberblick über das Erwärmungs- und Beleuchtungsmaterial gewonnen zu haben, dessen chemische Beurtheilung ebenso für unseren Haushalt, wie für viele gewerbliche Zwecke von nicht geringer Wichtigkeit ist. Was aber dabei von einem ganz besonderen Interesse für uns sein kann, sind jene Erfindungen der neueren Zeit, die in der Lichterzeugung mit der Sonne und in der Gluth mit der Hitze einer Unterwelt, der tiefsten Tiefe der Erde, zu wetteifern im Stande sind.

Wenn die schöne griechische Mythe dem Halbgott Prometheus das Feuer vom Himmel stehlen ließ, um damit die Menschen zu beglücken, so sagt sie damit wahrlich nur, daß mit der Erfindung, Feuer künstlich zu erzeugen, der Mensch den ersten Schritt zur Civilisation gemacht hatte. Erst durch das Feuer lernte der Mensch allmälig die Natur beherrschen; erst mit Feuer war für ihn die Möglichkeit da, aus der Lebensweise der Thiere herauszutreten.

Das flammende Feuer entsteht durch die Verbrennung eines oder mehrerer brennbaren Gase. Man erhitze ein Stück Eisen bis zur Weißglühhitze, so wird es nur glühend, nicht aber flammend verbrennen, d. h. sich mit Sauerstoff verbinden oder oxydiren, weil es sich in der bezeichneten Hitze noch nicht verflüchtigt oder, mit andern Worten, in Gas verwandelt. Dagegen verflüchten in sehr hohen Hitzegraden Zink, Blei, Zinn, Arsen und mehrere andere Metalle; daher werden auch die dadurch entstehenden Metallgase in der Luft flammend verbrennen. Das flammende Verbrennen ist aber besonders den ätherischen Oelen und Harzen, Fetten u. s. w. eigen, und dies erklärt sich aus Folgendem.

Wie wir wissen, so bestehen die genannten leicht entflammenden Substanzen meist aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Von diesen beiden Elementen wird nur der Wasserstoff theils allein, theils in Verbindung mit Kohlenstoff, als Gas aus dem erhitzten Körper hinausgetrieben; dieses Gas verbindet sich nun mit dem Sauerstoff der Luft, während der Kohlenstoff, wenn auch nicht als Gas, so doch als ein äußerst feines Pulver (Lampenruß) aus dem erhitzten Körper emporsteigt und erst zu Kohlenoxyd und darauf zu Kohlensäure verbrennt, wenn die Einwirkung des äußeren Sauerstoffs nicht gehemmt wird.

Was aber bei dieser Gelegenheit den Sauerstoff betrifft, den viele verbrennende Körper schon mitbringen, so kann derselbe nur die Brennbarkeit des Körpers beeinträchtigen, namentlich wo er so reichlich vorhanden ist, daß er bei der Erhitzung des Körpers nicht allein mit dem Wasserstoff schon als fertiges Wasser, sondern auch mit einem großen Theil Kohlenstoff als fertige Kohlensäure sich in die Flamme hineinmischt. Daher werden auch viele organische Säuren, wie Weinsteinsäure, Gerbstoff u. s. w. sich eben nicht durch ihre Brennbarkeit auszeichnen, während die nur aus Kohlenstoff

und Wasserstoff bestehenden Substanzen, wie Terpenthinöl, Steinöl, Kautschuk, Guttapercha u. s. w. einen sehr hohen Grad von Brennbarkeit besitzen. Nicht minder ist auch die Anwesenheit des Stickstoffs in einem Körper für dessen Verbrennung sehr störend, da der träge Stickstoff eben nicht begierig auf eine chemische Vereinigung mit dem Sauerstoff ist. Wir sehen das an der Schwierigkeit, ein Stück Fleisch, mag es auch ganz ausgetrocknet sein, zum Brennen zu bringen.

Das also über die chemische Ursache, warum nicht alle Substanzen als gute Materialien zur Feuerung und ebenso zur Erleuchtung betrachtet werden können. Das Feuer ist dabei nichts weiter, als eine Vereinigung von Licht und Wärme, welche bei vielen chemischen Verbindungen, namentlich der einfachsten Körper, frei werden. Wenn auch Holz, Fett, Harz u. s. w. zusammengesetzte Körper und selbst ihre durch die Erhitzung erzeugten Gase chemische Zusammensetzungen sind, so erzeugen sie dennoch Feuer und Flamme, und zwar dadurch, daß sich die einzelnen Elemente aus jenen Verbindungen trennen, um mit dem Sauerstoff der Luft eine Verbindung einzugehen. Fehlt der Sauerstoff der Luft, so muß ein anderes derartiges gasförmiges Element, das eine große Begierde zu einer chemischen Vereinigung besitzt, vorhanden sein, wie Chlor- oder Schwefelgas, in welchen ebenfalls (vgl. I, S. 41) eine feurige Verbrennung vor sich gehen kann. Woher das Feuer, die Vereinigung von Licht und Wärme, kommt, ist noch nicht genügend erklärt worden; am einfachsten ist wohl die Annahme, daß sie in allen Körpern gebunden vorhanden sind, und ein Theil von ihnen bei den erwähnten chemischen Verbindungen herausgetrieben wird.

Auch durch eine plötzliche mechanische Zusammenpressung wird zugleich Wärme und Licht, also Feuer, bei vielen Körpern frei. Wenn wir mit einem Stahl an einen Stein schlagen, so stößt der härtere Stein mehrere äußerst kleine Stückchen von dem Stahl ab; durch den kräftigen Schlag verdichten sich die kleinen Stahlstückchen und geben so viel von ihrem gebundenen Feuer frei, daß sie nicht allein in jeder Luftart, sondern auch in einem luftleeren Raum glühend werden. Ebenso wirkt das sogenannte pneumatische Feuerzeug (Luftfeuerzeug). Wenn man hier nämlich in

einem dicken Glasrohr durch einen genau schließenden Stempel die Luft schnell bis auf $\frac{1}{5}$ ihres Raumes zusammendrückt, so entzündet sie durch ihr freiwerdendes Feuer einen in dem Glasrohr befindlichen Feuerschwamm.

Dabei scheinen die Körper nur ein bestimmtes Maß von ihrer Wärme durch Schläge freigeben zu können. Metalle können durch ein fortdauerndes Hämmern bis zum Glühen erhitzt werden; haben sie dadurch einen gewissen Grad von Dichte erlangt, so werden sie nicht weiter erhitzt. Bei dem Schlagen der Münze wird diese durch den ersten Schlag am meisten erwärmt, während die folgenden Schläge ihre Temperatur nur noch wenig erhöhen. Mehr als der Schlag lockt aber noch die fortdauernde Reibung eine bedeutende Wärme aus den Körpern hervor. Die wilden Völker machen sich bekanntlich auf die Weise Feuer an, daß sie zwei trockne Holzstücke schnell und anhaltend an einander reiben. Das Licht hingegen tritt nur dann bei der Erwärmung der Körper hervor, wenn diese entweder die erforderliche Wärme erreicht haben, um sich mit dem Sauerstoff der Luft chemisch zu verbinden, oder wenn bei Abwesenheit des Sauerstoffs oder überhaupt beim Ausbleiben einer chemischen Verbindung die Körper zu einer äußerst hohen Temperatur erhitzt werden, wie dieses bei der Erhitzung der Gase oft bis 1500 Grad, und der flüssigen und festen Körper bis zur Hälfte dieser bedeutenden Hitzegrade zu geschehen pflegt. Endlich aber kann noch durch die Elektrizität Licht und Wärme erzeugt werden und zwar, wie wir sehen werden, in einem so hohen Grade, daß dieses elektrische Licht mit dem Licht der Sonne, und diese elektrische Hitze mit der einer Unterwelt, der tiefsten Tiefe der Erde, wetteifern könnte.

Es könnte noch eine Zeit kommen, wo sich die civilisirte Menschheit meist einer Beleuchtung und Erwärmung ohne Anwendung eines Verbrennungsmaterials zu erfreuen hätte. Da wir indessen dieses gewiß nicht erleben werden und also fortfahren müssen, den chemischen Verbrennungsprozeß als die Quelle unseres künstlichen Lichtes und unserer künstlichen Wärme zu verehren, so wollen wir nun auch demselben die erste ausführlichere Berücksichtigung schenken.

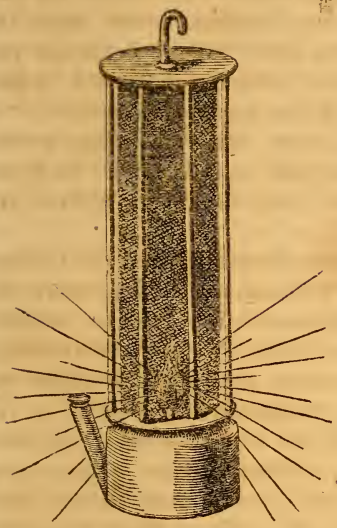
Zuerst müssen wir uns bei der Betrachtung der chemischen

Verbrennungsprozesse eingestehen, daß wir selbst in der Kunst der alltäglichen Feuererzeugung noch nicht das Zweckmäßigste erkannt haben, obgleich hierin die Menschheit seit Jahrtausenden experimentirt und das Beste aller Erfahrungen schon längst ein Allgemeingut sein müßte. Dieses ersehen wir schon aus den alljährlichen Verbesserungen, welche unsere Erwärmungs- und Erleuchtungsapparate, unsere Oefen und Lampen, finden, und endlich aus den vielseitigen Belehrungen, welche von praktischen Wissenschaftsmännern fortdauerd dem Publikum über die zweckmäßigste Verwendung der verschiedenen Heizungs- und Beleuchtungsmaterialien zugehen.

Der Wärmegrad, welcher zur Entzündung eines brennbaren Körpers erfordert wird, ist gewöhnlich bedeutend niedriger, als der, welcher sich bei der Verbrennung entwickelt, so daß der einmal entzündete Körper nachher von selbst zum Fortbrennen hinreichend erwärmt bleibt, wenn er nicht durch die Berührung von kalten Körpern oder durch das plötzliche Hinzuströmen einer zu kalten Luft mehr abgekühlt wird, als es der chemische Verbrennungsprozeß zu seiner Fortdauer vertragen kann.

Es kann aber auch die Verbrennung eines leicht brennbaren Körpers, z. B. des Weingeistes, des Aethers u. s. w. ohne Flamme oder eine Feuererscheinung vor sich gehen; schon die Verwandlung des Alkohols in Essigsäure und Wasser ist eine so langsame oder unsichtbare Verbrennung. Nicht wenig interessant ist aber das Experiment, wobei man einen spiralförmig gewundenen Platindraht, welchen man vorher über eine Weingeistflamme glühend gemacht hat, nun fortdauernd glühend erhalten kann, wenn man ihn in ein tiefes, enges Weinglas steckt, in welches man vorher einige Theelöffel starken Alkohol gegossen hatte. Der Alkohol erleidet hier eine langsame feuerlose Verbrennung zu Wasser und zu Essigsäure, wie es der aufsteigende Geruch beweist; der Platindraht bedarf aber, um glühend zu bleiben, nur eines geringen, doch fortdauernden Zustromes von Wärme, und diese Wärme bietet ihm wiederum die langsam vor sich gehende Verbrennung des aufsteigenden Alkoholdampfes zu Essigsäure, der bei einer feurigen, also ungleich rascheren Verbrennung Kohlensäure und Wasser geben müßte. Auch mit Eisendraht gelingt dieser Versuch, doch nicht so

sicher, da er schneller als Platina die empfangene Wärme fortleitet.



Figur 37.

Das Erlöschen der Flamme durch Abkühlung hat die Erfindung der in den Steinkohlengruben so nützlichen Sicherheitslampen (vergl. die Figur) möglich gemacht. Durch das Drahtgeflecht wird die Flamme, wo sie dasselbe berührt, fortdauernd so weit abgekühlt, daß sie erlöschen muß und nur ihre heißen Gase durch das metallische Geflecht durchstreichen können. Dasselbe geschieht, wo wir ein feines Metallsieb dicht über einer Flamme halten; sie wird dadurch wie abgeschnitten erscheinen und nur Rauch durchströmen lassen, welcher als noch unverbranntes Gas über dem Drahtnetz wieder entzündet werden kann.

Die durch das gewöhnliche feurige Verbrennen entstehende Hitze ist in der Regel um so größer, je schneller die chemische Verbindung der brennenden Elemente mit dem Sauerstoff stattfindet; daher erscheint ihre höchste Hitze dort, wo sie im reinen Sauerstoffgas verbrennen. Wenn wir den Zutritt des atmosphärischen Stickstoffs bei unseren Feuerungen verhindern könnten, so würden wir ungleich höhere Hitzegrade mit weniger Brennmaterial erreichen. Diese Abschließung des Stickstoffs ist aber eine Unmöglichkeit, und so müssen wir wenigstens bei unseren Oefen dafür sorgen, daß eine gehörige Zugluft die Verbrennung unterhält.

Beim Verbrennen bildet nämlich die erhitzte und ihres Sauerstoffs beraubte Luft einen aufwärts steigenden Strom und wird fortwährend durch den Zutritt der kälteren Luft von unten ersetzt. Ohne dieses gehörige Fortströmen des unbrauchbaren Stickstoffs

und den Zustrom von frischer Luft brennt das Feuer schlecht und muß zuletzt ganz verlöschen; gleichzeitig wird dann auch ungleich mehr Rauch gebildet, der aus unverbranntem Kohlenstaub und aus den verschiedenartigsten Gasen und Dämpfen besteht, welche in ihrer Verdichtung bekanntlich den Theer bilden. Je heftiger dagegen der Zug ist, desto schneller findet der Luftwechsel in dem Ofen statt, desto mehr Sauerstoff kann von dem Brennmaterial in einer bestimmten Zeit verzehrt werden und desto weniger werden die eigentlichen Brennstoffe, die Kohle und die Gase, durch den Schornstein zwecklos davongehen. Hohe Schornsteine befördern den schnellen Luftzug.

Man hat bei den verschiedenen Brennmaterialien, bei Hölzern, Torf, Steinkohlen, Coaks, die Wärmemenge genau berechnet, die eine bestimmte Menge dieser Brennmaterialien bei einem vollständigen Verbrennen zu geben im Stande ist. Diese Wärmemenge wird bestimmt, indem man untersucht, wie viel Pfunde Wasser ein Pfund von diesem oder jenem Brennmaterial bis 80 °R. zu erhitzen vermag, wenn man das Wasser vorher bis auf 0 ° abgekühlt hatte. Nach solchen hiernach angestellten Versuchen in dazu eigens eingerichteten Apparaten, wo keine Wärme so leicht verloren gehen konnte, fand man denn auch, daß z. B. 1 Pfund brennendes Baumöl 112, Talg 80, Holzkohle und Steinkohle gegen 70, Coaks 66, Alkohol 60, lufttrocknes Holz und guter Torf gegen 30, Schwefel 26 und gewöhnlicher Torf nur 15 Pfund Wasser zum Kochen brachte.

Freilich lassen sich diese wissenschaftlichen Bestimmungen nicht immer in der Praxis beachten, wo so viel noch von der Einrichtung der Oefen, von der Witterung, von der Trockenheit, in welcher man das Brennmaterial erhalten kann, und noch von vielerlei anderen Umständen abhängt. Im Ganzen hat man bei einer neueren sehr genauen Untersuchung über die Heizkraft der verschiedenen Hölzer gefunden, daß, ganz gegen die Erwartung, das weiche Holz mehr Hitze gab, als hartes, und daß hiernach in der Heizkraft das Kiehnholz und Elsenholz dem Birken- und Büchenholz vorangeht. Wenn man sich aber nach dem Maß richtet, so wird eine Klafter des dichteren Büchenholzes mit seinen 3000 Pfund Gewicht unstreitig mehr Brennstoff enthalten, als eine Klafter

Kiehnholz, die etwa 2600 Pfund schwer ist. Außerdem enthält das Kiehnholz etwa 20 Prozent Wasser, während das Büchenholz davon nicht mehr als 15 Prozent bietet; dann aber wird Kiehnholz durch seine ungleich längere Flamme ungleich mehr blaken und Ruß absetzen, als Büchenholz, mithin nicht wenig Brennstoff verloren gehen lassen, so daß schon aus dieser Ursache das Büchenholz für die übliche Heizung mehr Werth besitzt, der dadurch noch bedeutend erhöht wird, daß sich die dichtere Büchenkohle ungleich länger glühend erhält, als die leichtere Fichtenkohle.

Was den Torf betrifft, so hat man für den besten den Büchfelder und dann den Neulanger und Linumer Torf anerkannt. Unter allen Umständen empfiehlt sich die Heizung mit Torf, wo es darauf ankommt, den Ofen möglichst lange warm zu erhalten; freilich ist er dann nur in der Untermischung mit langflammigem Holz, wie Kiehn, zweckmäßig zu brauchen, insofern er, fast nur ein glühendes Feuer bietend, für sich allein sehr schwierig in eine gleichmäßige Erhitzung und zu einem ebenso gleichmäßigen Verbrennen gebracht werden kann.

Der Torf entsteht durch die Verwesung von Sumpfpflanzen, auf deren zu Torf gewordenen Oberfläche sich mit jedem Jahr eine neue Schicht von verwesenden Pflanzen ablagerte, so daß dadurch auch der Torf des Handels sich nur einer Richtung nach leicht spalten läßt. Obgleich ein jedes Jahr mit seinen verwesenden Sumpfpflanzen eine Torfschicht bildet, so fällt doch diese sehr dünn aus und zwar in Folge der Verflüchtigung vieler ihrer Zersetzungsprodukte, wie Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff, und dann in Folge der Zusammenpressung. So vergehen Jahrhunderte, um endlich auf diese Weise ein stehendes Gewässer zuwachsen zu lassen und ein Torflager zu bilden; man hat Torflager gefunden, die so vor mehr als zwei Jahrtausenden entstanden sind, wie man es auch aus den in ihnen gefundenen Waffen, Münzen und ähnlichen Dingen ersehen konnte. Hiernach haben die Schichten eines Torfstücks mit den Jahresringen eines Baumstammes dieselbe Bedeutung; wie diese Ringe die jährlichen Verhärtungen des Splintes zu Holz und somit das Alter eines Baumes genau angeben, so zeigen die Torfschichten an, wie viele Jahre dazu erforderlich waren, um ein Torflager zu bilden.

Fragen wir aber nun nach den Brennstoffen und der Heizkraft des Torfes, so sind diese sehr verschieden, je nachdem er mehr oder weniger von der eigentlichen Torfsubstanz und von den Torfharzen besitzt. Außer diesen beiden Substanzen enthält der Torf 10 bis 30 Prozent Salze, welche in dem Sumpfwasser meist aufgelöst waren und aus Kieselerde, Eisenoxyd, phosphorsaurem, kohlensaurem und nicht selten schwefelsaurem Kalk bestehen, mithin eine ebenso die Feuerung störende, wie anderweitig unbrauchbare Asche hinterlassen. Wenn daher auch eine Klafter guter Torf um mehrere 100 Pfund schwerer, als eine Klafter Büchenholz ist, so ist es schon sein im besten Fall 10 mal größerer Aschegehalt, welcher seine Heizkraft beeinträchtigt; außerdem aber ist der Torf in der Regel feuchter, als das Brennholz, was ebenfalls in Betracht gezogen werden muß. Dennoch wird der gute Torf, weil er fast um die Hälfte reicher an Kohlenstoff ist, als das Holz, in der Heizkraft selbst dem Büchenholz nicht nachstehen, sondern es hierin sogar übertreffen können, wenn er bei höchstens 10 Prozent Aschegehalt möglichst trocken ist und seine Verbrennung gehörig vor sich geht. Es wird daher die Güte des Torfs in seiner dunkelen Farbe und Härte bei einer möglichst großen Trockenheit zu erkennen sein, während eine größere Schwere der Torfstücke auch oft nur für ihren Reichthum an den unnöthigen als Asche zurückbleibenden Salzen sprechen kann.

Eine weit größere Heizkraft besitzt die Torfkohle, so daß sie hierin fast mit dem Coaks übereinstimmt. Ueberhaupt findet die Verkohlung des Torfes aus derselben Ursache statt, wie die Verkohlung des Holzes und die Coaksbereitung aus den Braun- und Steinkohlen. Es kommt bei dieser theilweisen Verbrennung der Brennmaterialien nur darauf an, daß von diesen möglichst viel Kohle zurückbleibe, dagegen ihr Gehalt an Sauerstoff mit dem Wasserstoff als Wasser entfernt werde. Außerdem entwickeln aber namentlich die Steinkohlen außer dem Leuchtgas, das unter allen Umständen für die Feuerung ganz vortrefflich wäre, viele andere Gase, z. B. Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff u. s. w., welche sowohl das Metall der Kochgeräthe und der Oefen angreifen, als auch einen unerträglichen und schädlichen Dunst verursachen wür-

den, so daß die Steinkohlen ohne eine solche Verkoakung in vielen Fällen gar nicht zur Feuerung verwendet werden können.

Aus unserer früheren Unterhaltung wissen wir, daß die Holzfaser aus 36 Gewichtstheilen Kohlenstoff, 5 Gewichtstheilen Wasserstoff und 40 Gewichtstheilen Sauerstoff, oder, was dasselbe ist, aus 6 Atomen Kohlenstoff, 5 Atomen Wasserstoff und 5 Atomen Sauerstoff besteht, und wir können aus dieser Menge Sauerstoff begreifen, wie das blos lufttrockene Holz selbst weniger als die Hälfte von der Heizkraft der Holzkohle besitzen muß. Die Holzfaser enthält ja schon fast die Hälfte ihres Gewichts chemisch gebundenen Sauerstoff, und wird daher bei ihrer Verbrennung auch ungleich weniger Sauerstoff von außen aufnehmen können, mithin auch ungleich weniger brennen und Hitze entwickeln. Beim Verkohlen des Holzes geht der chemisch gebundene Sauerstoff fort. Freilich entfernt er dabei nicht allein den Wasserstoff, sondern auch keine geringe Menge Kohlenstoff; da er jedoch mit diesen Elementen den Holzessig und die Theersubstanzen bildet, so findet bei der Verkohlung des Holzes im Großen kein Verlust, sondern vielmehr ein Gewinn an Theer statt, von welchem kein geringer Theil als Rauch und als Ruß beim Verbrennen des Holzes in den Oefen verloren geht.

Wir besitzen also in der Holzkohle die eigentliche Quintessenz des Holzes als Brennmaterial, da wir auf die Heizkraft seines Wasserstoffs, der sich überwiegend an den chemisch gebundenen Sauerstoff des Holzes hält, nicht viel rechnen können. Anders verhält es sich mit der Braunkohle und Steinkohle.

Die Braunkohle, der Ueberrest einer vorweltlichen Pflanzenwelt, hat nur eine unvollständige Verkohlung erlitten und nähert sich daher mehr dem Torfe, als der Holzkohle. Ihre Lager sind, wie schon I, S. 77 erwähnt, durch Waldungen entstanden, welche theils durch Ueberschwemmung, theils durch andere Erdrevolutionen von mächtigen Sand- und Thonmassen tief begraben worden und unter dem Druck dieser Massen in Verwesung übergegangen sind. Einige Arten von Braunkohlenlagern bestehen aus zum Theil erhaltenen Baumstämmen, an welchen man noch deutlich die Jahresringe erkennen kann; andere Braunkohlenarten unterscheiden sich äußerlich wenig von der Torfmasse, andere endlich bestehen meist

aus einer braunen, der Gartenerde ähnlichen Substanz; eine dieser Arten, welche man in der Nähe bei Köln findet, wird sogar als Farbe unter dem Namen Umbra benutzt. Hiernach versteht es sich von selbst, daß nicht jede Braunkohlenart sich zur Feuerung empfehlen kann; in der Regel gilt von ihnen, daß sie viel Feuchtigkeit enthalten, bei dem Verbrennen sehr unangenehm riechende Gase entwickeln, die nur bei einem starken Luftzuge sich weniger bemerkbar machen und in Folge ihrer mineralischen Zumischungen oft übermäßig viel Asche hinterlassen. Ist die Braunkohle möglichst trocken, so übertrifft sie in der Regel das Büchenholz und den Torf an Heizkraft; außerdem wird sie durch ihren oft sehr reichen Gehalt an Harz, welcher in den Braunkohlenlagern an der Ostsee als Bernstein erscheint, flammiger als Torf brennen und somit auch weniger der Zuthat eines Holzes für eine gleichmäßige Verbrennung bedürfen. Im Ganzen wird sich die Braunkohle wegen ihres Geruches und ihres staubigen, schmutzenden Moders weniger zur Heizung der Stubenöfen eignen; dagegen mehr für gut ziehende Rostöfen, welche von außen zu heizen sind, und für Feuerungen im Freien.

Auch bei der Steinkohle hat man mehrere Arten zu unterscheiden, welche sie ebenso wenig zur Feuerung, wie auch zur Gasbereitung gleich gut erscheinen lassen. Da sie noch viele Jahrtausende älter als die Braunkohle sind, so ist bei ihnen die Verkohlung schon ungleich mehr, ja so weit eingetreten, daß sie nicht mehr so leicht ihren vegetabilischen Ursprung, wie diese, erkennen lassen. Merkwürdig ist es, daß die Steinkohlenlager oft in mehrere Fuß dicken Schichten mit Schichten von verschiedenen Gebirgsarten abwechseln; wahrscheinlich haben sich hier die Pflanzenstoffe der Urwelt von Zeit zu Zeit ebenso zur verkohlenden Verwesung angesammelt, wie es noch jetzt bei der Torfbildung geschieht, worauf sie dann von Strömen überfluthet worden, die in sich die Steinmassen aufgelöst oder im fein zertheilten Zustande enthielten, welche sich auf die jedesmal untergegangene Pflanzenwelt ablagerten. Diese mit den Steinkohlenlagern abwechselnden Steinschichten bestehen meist aus Sandstein und Thonschiefer, in denen sich Versteinerungen nicht allein von Farrnkräutern, oft von kolossaler Größe, sondern auch von Fischen vorfinden, welche sich in Vielem

von unseren heutigen unterscheiden; dann erhalten aber auch diese übergelagerten Schichten oft nicht wenig Eisenerze, so daß diese bergmännisch ausgebeutet werden. Man findet die Steinkohle ebenso in den äußersten Polarländern, wie in den gemäßigten und heißen Zonen der Erde, und dieses beweist, daß es dort in der Urzeit nicht so kalt gewesen sein kann, wie jetzt; besonders reich an Steinkohlen ist aber England.

Was nun die Steinkohle zur Feuerung betrifft, so wird auch bei ihr, wie bei der Braunkohle, auf ihre Art Rücksicht zu nehmen sein. Nur wenn sie harz- oder vielmehr pechhaltig ist, schmilzt und flammt sie beim Verbrennen oder, mit anderen Worten, entwickelt sie ein brennendes Gas, und eignet sich dann auch ganz besonders zur Verkoakung, indem der kohlige Rückstand mit ihrer Asche zu der porösen zusammenhängenden Masse zusammenbackt; in diesem Fall wird sie auch bei der trockenen Destillation viel Leuchtgas geben. Wenn sie jedoch ohne oder mit geringer Flamme verbrennt, so ist das ein Beweis für ihren Mangel an Substanzen, welche neben Kohlenstoff noch Wasserstoff besitzen, und eine solche Steinkohle wird auch beim Verbrennen keine Coaksstücke, sondern nur einen leicht bröcklichen kohligen Aschenrückstand hinterlassen; dagegen wird sich aber diese Steinkohle selbst wie der Coaks verwenden lassen. Ganz besonders kann man hierher die Meißner Stangenkohle und den Anthracit rechnen, welcher letztere sich meist in Nordamerika vorfindet und 96 Prozent Kohlenstoff enthält, während der Kohlenstoffgehalt bei den anderen Steinkohlenarten zwischen 75 und 90 Prozent wechselt. Für Stubenöfen wird sich im Allgemeinen wegen ihrer schwefelhaltigen Gase die Steinkohle noch weniger eignen, als die Braunkohle.

So viel über die Würdigung unseres Materials zur Feuerung. Was die Einrichtung der Oefen zu den verschiedenen Zwecken der Feuerung und Heizung betrifft, so können wenige allgemeine Andeutungen über sie nicht genügen; dann belehrt uns hier aber auch die eigene Beobachtung ungleich mehr als jede Bücherunterhaltung, welche in der Beschreibung dieser und jener zweckmäßigen Ofeneinrichtung für diese und jene Umstände nur ein sehr vereinzeltes Interesse finden kann. Daher wollen wir uns auch über die gute und schlechte Einrichtung unserer Oefen lieber mündlich von einem

Töpfer unterrichten lassen, um uns hier ohne Aufenthalt noch einigen interessanten chemischen Vorgängen beim Entstehen und Löschen von Feuersbrünsten zuzuwenden.

Es sind schon oft bedeutende Feuerschäden durch Anlässe entstanden, von denen die Unkenntniß sie am allerwenigsten befürchtet hätte. Wie könnte man z. B. eine Entzündung von kaltem, feuchtem Laub, Heu, Stroh und anderen Pflanzenkörpern so leicht befürchten, wo man sie zu Haufen aufgeschichtet, wenn man nicht wüßte, daß hier ebenso, wie in den Misthaufen, unter der Einwirkung der Feuchtigkeit und der Luft eine chemische Zersetzung eintritt, daß diese Zersetzung Wärme entwickelt und die Wärme sich unter Umständen selbst bis zur Entzündung der ganzen Masse steigern kann; ja wer würde sogar eine Selbstentzündung von Kohlenhaufen voraussetzen, wenn ihm die Eigenschaft der Kohle unbekannt wäre, daß sie so begierig Gase, also auch den Sauerstoff der Luft einsaugt, wobei nothwendig eine Verdichtung des Sauerstoffs und ein großer Theil seiner gebundenen Wärme frei wird? Manches Feuer ist selbst dadurch entstanden, daß man nach dem Auspressen von Fruchtsäften den zusammengepreßten schaligen Rückstand in irgend eine Ecke warf, wo er ganz unerwartet durch den allmäligen Fäulnißprozeß sich mehr und mehr erhitzte und zuletzt entzündete. Ganz besonders hat man aber solche Selbstentzündungen dann zu fürchten, wenn, wie nach einem Gewitter, die Luft ozonhaltig ist (vergl. I, S. 427), insofern der Sauerstoff als Ozon eine gesteigerte Begierde nach einer chemischen Verbindung mit kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Substanzen besitzt.

Andererseits kann Feuer durch eine bedeutend erhitzte Luft entstehen, wie man dieses bei solchen Einrichtungen von Kochheerden und Oefen bemerkt hat, wo die Luft in den hohlen Räumen unter der Sohle der Feuerung von oben herab erwärmt wurde, ohne daß sie einen Ausgang besaß. Daher bringt man auch in der Regel unter der Sohle der Feuerung von Stubenöfen ein Thongitter an, damit die erwärmte Luft sich hier durch eine kältere von außen stets ersetze.

Ebenso finden Feuerschäden noch in vielerlei anderen Ursachen ihre Entstehung, ohne daß dazu eine Unvorsichtigkeit mit dem Feuer selbst oder mit leicht entzündlichen Stoffen, wie mit dem Phos-

phor der Streichhölzer, mit Schießpulver u. s. w. die Veranlassung war. So ist es schon geschehen, daß Sonnenstrahlen dadurch zündend wirkten, daß sie beim Bescheinen einer runden Karaffe mit Wasser sich in einiger Entfernung von der Karaffe in einem Brennpunkt vereinigten und so, wie vermittelst eines starken Brennglases, nach einiger Zeit einen zufällig in diesem Brennpunkt liegenden brennbaren Gegenstand in Flammen setzten.

Je weiter ein Feuer um sich gegriffen, desto schwieriger ist bekanntlich sein Löschen. Bei Feuern von so großer Ausdehnung, wie beim Hamburger Brande, hat man sogar die Erfahrung machen können, wie Kirchen und hohe Gebäude weit außerhalb der Brandstelle plötzlich Feuer faßten, ohne daß die Flamme oder die zündenden Funken zu ihnen hinüberschlugen. Was anders, als daß die hier von der Brandstelle aufsteigenden Luftschichten dort zündend wirkten?

Die besten Löschmittel bleiben Wasser und Erde oder feuchter Sand, das Wasser bei brennenden festen Körpern, die Erde bei brennenden Flüssigkeiten. Es kommt beim Löschen vorzugsweise nur darauf an, die brennenden Körper abzukühlen und den Zutritt der Luft zu der Oberfläche eines brennenden Körpers zu verhindern. Man hat das Wasser mit Thon, Salz, Vitriol oder ähnlichen Körpern gemischt, damit diese beim Verdampfen des Wassers zurückbleiben und die Brandstücke verhindern, sich von neuem zu entzünden; ebenso hat man auch Mischungen vorgeschlagen und in Anwendung gebracht, welche unter anderem neben Kochsalz auch Salpeter und Schwefel enthielten, um, wenn die Mischung in Pulverform auf die Brandstellen geworfen worden, oft unter Explosion die unverbrennbaren Gase, wie Chlorgas, schwefelige und salpetrige Säure, zu entwickeln. So erstickt z. B. das schwefligsaure Gas das Feuer sehr schnell, so daß man einen brennenden Schornstein sehr oft schon dadurch löschen kann, daß man Schwefel auf dem Heerde verbrennen läßt.

Im Allgemeinen haben sich diese Löschmittel bei großen Feuern als unanwendbar und bei kleinen schon insofern als unpraktisch bewiesen, als diese Stoffe nicht allein die noch zu rettenden Gegenstände verderben, sondern ihre Gase auch noch die Menschen tödten können, welche sich um das Löschen beeifern. Die Versuche,

sagt Berzelius, welche man mit solchen Feuerlöschungsstoffen an brennenden Häusern angestellt hat, die mit Theer bestrichen und mit Stroh und fettigen Körpern angefüllt waren, haben die Zuschauer blos geblendet und betrogen; denn diese Körper brennen zwar mit einer glänzenden Flamme, aber mit geringerer Hitze und erlöschen von gemeinem Wasser ebenso leicht, als von jenen feuerlöschenden Gemengen.

Dieser Ausspruch bewährte sich auch später an einem neu erfundenen und viel Aufsehen erregenden Apparate, der von seinem Erfinder Philipp den prunkenden Namen Annihilator (Vernichter) erhalten hatte und durch die feuerlöschenden Gase, welche aus ihm entwickelt wurden, die gewaltigsten Feuer ersticken sollte. Nachdem man viel über diese bedeutende Erfindung gesprochen, wurden die Lobeserhebungen darüber mit einem Mal sehr gemäßigt, als, es war im Herbst des Jahres 1852, die Zeitungen meldeten, daß in den Speichern der Philipp'schen Feuer-Annihilator-Compagnie bei London ein furchtbares Feuer ausgebrochen war und ein dreistöckiges Gebäude gänzlich niederbrannte, das als Fabrik zur Erzeugung des Feuervernichtungsgases diente.

Indessen gehört auch zur Anwendung des Wassers als Löschmittel die Kenntniß seiner chemischen Natur, wenn man nicht in vielen Fällen, statt durch das Wasser zu löschen, das Feuer bedeutend verstärken will. Dies geschieht, wenn in einer Feuersbrunst mit der Zunahme der brennenden Masse die Hitze derartig gewachsen ist, daß das Wasser in derselben durch die Kohle zersetzt wird, wobei sich die Kohle mit dem Sauerstoff des Wassers zu dem brennenden Kohlenoxydgas verbindet und gleichzeitig der Wasserstoff frei wird, welcher mit einer hohen blassen, aber (vergl. I, S. 54 u. 55) um so heißeren Flamme verbrennt. Eine solche nachtheilige Zersetzung des Wassers findet namentlich dann beim Löschen statt, wenn das Wasser nicht in Masse und fordauernd den brennenden Körper trifft, sondern mehr wie ein Regenguß sich durch die ganze Brandstätte vertheilt; es vermehrt dann im Großen ebenso das Feuer und dessen Hitze, wie im Kleinen das Bespritzen der Kohle, der Coaks u. s. w. auf dem Feuerheerd.

Es kann indessen auch nach dem Löschen von neuem die Flamme emporbrechen, wenn mit dem Löschen nicht zugleich auch

eine gehörige Abkühlung der Brandstelle stattgefunden hat, und zwar durch die Gase des aufsteigenden Rauches, welche vorher die Flamme ausmachten und sich wieder entzünden, wenn der verloschene Körper seine Temperatur beibehalten hat oder wenn die Gase mit einem brennenden Körper in Berührung kommen. Dieses zeigt uns schon das bekannte Experiment, wo man den Rauch eines ausgeblasenen Dochtes zu einem brennenden Licht heraufsteigen läßt, und nun plötzlich den Rauch sich entzünden und die Flamme zu dem glimmenden tiefer stehenden Docht herunterfahren sieht. Der Rauch, welcher sich bei niedriger Temperatur bildet, ist unentzündlich, indem er meist aus Wasser und Essig mit wenigen brenzlichen Stoffen untermischt besteht, während der bei größerer Hitze gebildete Rauch, also auch bei dem glimmenden Docht, außer Wasser und Essig noch viel Kohlenoxydgas und Kohlenwasserstoff (Leuchtgas) enthält. Ebenso belehrt uns auch das Anblasen eines glühenden Dochtes, daß die bei dieser Hitze sich entzündenden Gase durch einen plötzlichen Luftstrom, wenn er nicht allzu kalt auf sie wirkt, wieder in Flammen ausbrechen, und dies läßt uns auch begreifen, wie leicht die Flamme sich in einem heißen Rauch wieder erzeugen kann, wenn z. B. der Brand in inneren Räumen, Zimmern u. s. w. durch ein Zumachen von Thüren, Fenstern und allen Oeffnungen zwar erstickt worden, man aber die Unvorsichtigkeit begeht, diese Räume gleich darauf wieder zu öffnen, wobei natürlich der Zutritt von einer bedeutenden Menge Sauerstoff ganz geeignet ist, die noch nicht abgekühlten brennbaren Gase wieder zu Flammen werden zu lassen. Auch das Ausschlagen der Flamme aus den Schornsteinen beruht meist darauf, daß sich die heißen Gase, namentlich von Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoff, welche im Ofen nicht hinlänglich Sauerstoff zu ihrem Verbrennen fanden, bei ihrem Austritt aus dem Schornstein in der Atmosphäre entzünden; dies geschieht besonders, wenn Wasserdämpfe durch die glühenden Kohlenmassen aus dem Aschenheerde emporsteigen, wobei sich jene Gase und in einer solchen Menge bilden, daß für ihre Verbrennung der Sauerstoff im Ofenraum nicht ausreicht. Daher hat sich auch das Hineinleiten von Wasserdämpfen in brennende Räume zur Erstickung der Flamme nicht immer empfohlen, wie-

wohl die feuerlöschende Kraft des Wasserdampfes vielfach angepriesen worden ist.

So viel über die Mittel zur Beherrschung des Feuerelementes, das fast jährlich seine vernichtende Kraft durch furchtbare Feuersbrünste an den Tag legt und so die Kraft der Menschen zu einem gewaltigen Kampf herausfordert. Was zu seiner Bändigung dient, kann auch unter vielen Umständen zu seiner Verstärkung gereichen, wo nicht die Erfahrung und noch mehr die Naturerkenntniß das Verfahren geregelt hat, um diesem Schreckenbringer mit Erfolg entgegenzutreten. Daher wird es auch zum Segen einer jeden Ortschaft gehören, daß sie nicht allein mit den nöthigen Löschapparaten versehen ist, sondern daß ihre Bewohner sich auch auf die wesentlichen Bedingungen zum Löschen verstehen, da es nicht überall eine so wohl eingeübte und einsichtige Feuerwehr giebt, wie sich einer solchen unter anderen größeren Städten namentlich Berlin erfreut.

Bleibt uns aber hier im Interesse der kühnen Löscher noch Einiges zu erwähnen übrig, so sind es die verschiedenen chemischen und mechanischen Mittel, welche man bisher in Anwendung gebracht hat, um nicht selber vom Feuer so leicht ergriffen zu werden. Hierher gehören besonders die Asbestzeuge, welche bei der Unverbrennlichkeit des Asbestes in der That ganz geeignet sind, der Flamme, wenn auch nicht ihrer Hitze, einen Widerstand zu leisten.

Der Asbest ist ein Mineral, das überwiegend aus Kiesel- und Bittererde (Magnesia) besteht und krystallisirt in feinen Fäden gefunden wird; man pflegt diese Asbestfäden in Gemeinschaft mit Flachs zu spinnen und zu weben und dann den Flachs später aus dem Zeuge auszubrennen. Schon im Alterthum wurden Asbestzeuge angefertigt, um die Leichname der Reichen in der Einhüllung dieser Zeuge zu verbrennen, damit sich ihre Asche nicht zerstreue.

Als eine zweckmäßigere feuerfeste Kleidung hat sich die Erfindung eines französischen Obersten Paulin bewährt. Es ist ein ledernes Gewand, das gleich einer Taucherglocke den ganzen Körper mit dem Kopf luftdicht umschließt und in welches die Luft durch einen langen feuerfesten, mit ihm in Verbindung stehenden

Schlauch hineingepumpt wird. Ein englischer Ingenieur, welcher den ersten Versuch mit einem solchen Kleide machte, war, damit angethan und mit einem Wasserschlauch ausgerüstet, in einen brennenden Keller hinabgestiegen und kehrte nach einer Viertelstunde wohl erhalten zurück, nachdem es ihm gelungen war, das Feuer gänzlich zu löschen.

Um die Feuersgefahr in Theatern, Gesellschaftslokalen und in ähnlichen Räumlichkeiten möglichst zu verhüten, hat man alle leicht entzündlichen Gegenstände mit Substanzen zu überziehen, welche ihnen nicht gestatten, Feuer zu fangen, sondern sie bei einer bedeutenden Hitze ohne Flamme nur verkohlen zu lassen. Schon eine starke Auflösung von Alaun oder von Borax kann, wenn sie mehrfach auf Holzwerke aufgetragen wird, diese mit einem feuerfesten Ueberzug nach dem Eintrocknen der Lösung versehen; ebenso braucht man Leinwand, Papier und ähnliche leicht entzündliche Körper nur mehrfach mit einer solchen Auflösung zu tränken, um ihrer gefährlichen flammenden Verbrennung vorzubeugen.

Ganz besonders hat sich aber das sogenannte Wasserglas, nach ihrem Erfinder auch Fuchs'sches Glas genannt, zu einem solchen Schutzmittel empfohlen. Dieses Glas, dessen Darstellung wir bei der Glasbereitung kennen lernen wollen, löst sich in Wasser auf und hinterläßt, wenn die Lösung auf eine Fläche aufgetragen wird, einen glasirten Ueberzug. Zu diesem Zweck wird das gepulverte Wasserglas allmälig in 4 bis 5 Theilen siedendes Wasser unter beständigem Umrühren hineingeschüttet und das Sieden so lange fortgesetzt, bis sich nichts mehr auflöst und die Auflösung Syrupskonsistenz angenommen hat. Will man Holz mit Wasserglas überziehen, so muß anfangs die Auflösung dünnflüssiger sein, damit die Masse in die Poren möglichst eindringt und sich fest anlegt. Das Ueberstreichen muß 5 bis 6 Mal und später mit einer konzentrirten Auflösung, nachdem jedesmal der vorige Ueberzug vollkommen trocken geworden, wiederholt werden. Noch dauerhafter wird der Anstrich, wenn man ihm feinen Sand zusetzt.

37.

Eine Flammenschau. Das Beleuchtungsmaterial.

Das stärkere Leuchten hängt nicht immer von einer stärkeren Hitze, und ebenso eine stärkere Hitze von einem stärkeren Leuchten ab. Wir wissen, daß die Wasserstoffflamme nur eine sehr schwach leuchtende ist; ebenso wenig wird sie durch einen Strom Sauerstoff, welchen man in sie hineinlenkt, leuchtender, und doch bewirkt eine solche Flamme (vergl. I, S. 55) die höchste Hitze, welche man überhaupt auf chemische Weise erzeugen kann. Andererseits kann die in gewöhnlicher Luft verbrennende Wasserstoffflamme sehr leuchtend werden, wenn in ihr ein fester Körper, z. B. eine Stahlfeder, zum Glühen gebracht wird. Ebenso leuchtet das aus einer brennenden Kerze sich entwickelnde Leuchtgas deshalb so stark, weil es bei der ersten Berührung mit dem Sauerstoff nur theilweise verbrennt, indem ein Antheil seines Kohlenstoffs in der Flamme schwebend zurückbleibt und hier nur so lange glüht, bis er an den Rand der Flamme gelangt, wo er dann gleichfalls verbrennt. Ein Beweis von dem Vorhandensein dieses glühenden Kohlenstaubes in der Flamme ist ja das Ansetzen des Lampenrusses, sobald man durch einen kalten Körper die Flamme abkühlt. Dagegen wird das Gruben- und Sumpfgas, das ebenso wie das Leuchtgas, eine Kohlenwasserstoffverbindung ist (vgl. I, S. 75 u. 77) ungleich weniger leuchtend brennen, weil es noch einmal so viel Wasserstoff besitzt, als das Leuchtgas, und daher keinen Ueberschuß von Kohlenstoff zum Glühen ausscheiden kann. Aehnlich verhält sich auch eine Spiritusflamme, weil der Spiritus weniger reich an Kohlenstoff ist, als die Fette, ätherischen Oele, Harze u. s. w., welche bei ihrem Verbrennen Leuchtgas entwickeln. Die Spiritusflamme bildet bei ihrem vollständigen Verbrennen gar keine glühenden Kohlentheilchen; dagegen wird dieses geschehen und ihre Flamme leuchtender werden, wenn der Spiritus mit einem kohlenstoffreichen brennbaren Körper, wie Terpenthinöl, vermischt wird.

Wir werden über die Erhöhung und Verminderung der Leuchtkraft brennbarer Körper noch mehreres näher zu betrachten haben,

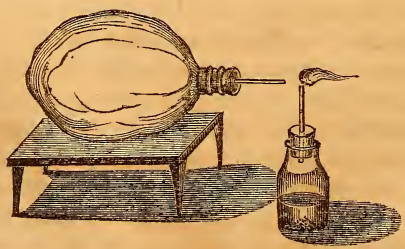
sobald wir die Kunst der Beleuchtung zum Gegenstande unserer Unterhaltung nehmen. Vorläufig muß es uns interessiren, die Ursachen überhaupt zu erkennen, welche den einen Körper mit schwacher und den anderen mit starker Leuchtkraft und mit einer ebenso verschiedenen Wärmeentwickelung brennen lassen. Die Kenntniß der wirkenden Ursachen macht uns auch hier zu Meistern in der Praris der Beleuchtungskunst.

Gehen wir daher in der Betrachtung der mit schwacher und starker Leuchtkraft brennenden Körper weiter, so finden wir unter anderem, daß auch der Schwefel und die reine Kohle nur sehr schwach leuchtend, dagegen der Phosphor und das Zink mit stark leuchtender Flamme in der gewöhnlichen Luft verbrennen, und es zeigt sich nun, daß die Ursache in Folgendem liegt. Sobald nämlich bei der Verbrennung eines Körpers Gase entstehen, wird die Leuchtkraft desselben nur eine sehr geringe sein; wenn aber ein in der Hitze verflüchtender Körper zu festen Sauerstoffverbindungen verbrennt, so bilden diese die glühenden Theilchen in der Flamme und machen dieselbe stark leuchtend. Hieraus erklärt sich nun auch das schwache Licht einer Schwefel- und Kohlenflamme; bei ersterer bildet sich das schwefligsaure Gas, bei der letzteren entsteht das Kohlenoxydgas und das Kohlensäuregas, ohne daß in der Kohlenoxydgasflamme ebenso, wie in der Leuchtgasflamme, glühende Kohlenstäubchen umherschwimmen. Was aber die Verbrennungsprodukte des Phosphors und des Zinks, nämlich die Phosphorsäure und das Zinkoxyd, betrifft, so treten sie in der Flamme in kleinen festen Theilchen auf und können daher ebenso, wie die glühenden Kohlentheilchen in der Leuchtgasflamme, durch ihr Glühen ein starkes Licht erzeugen.

Freilich findet eine Aufnahme dieses Gesetzes für die schwache Leuchtkraft der brennenden Körper in dem Fall statt, wenn sie in reinem Sauerstoffgas oder in einer sehr hohen Hitze verbrennen. Der Diamant, obgleich reiner Kohlenstoff, verbrennt z. B. im Sauerstoffgase wie auch in dem Brennpunkt eines Brennspiegels mit einem sehr starken Licht. So entzündet sich auch das sogenannte Knallgas (vergl. I, S. 55) unter einer stark leuchtenden Feuererscheinung, nur weil der Wasserstoff hier in der vollständigen Vermischung mit Sauerstoff verbrennt. Findet dagegen keine hin-

längliche Berührung mit Sauerstoff statt, oder geht die Verbrennung unter einer weniger starken Hitze vor sich, so scheidet sich mehr Kohlenstoff aus den kohlenstoff- und wasserstoffhaltigen Brenn- und Leuchtmaterialien aus, als es für die Helligkeit der Flamme erforderlich ist; die in der Flamme schwebenden Kohlenstäubchen können sich dann nicht bis zum Weißglühen erhitzen, sondern glühen nur mit einer röthlichen Farbe, diese Farbe auch der Flamme ertheilend, wobei sich außerdem noch ein großer Theil dieses Kohlenstaubes als eine schwärzliche Blake ausscheidet und so nun vollends das Leuchten der Flamme beeinträchtigt, bis ein neuer Luftstrom mit seinem Sauerstoff die Verbrennung des Kohlenstoffs beschleunigt und somit zugleich auch die Hitze der Flamme steigert und das Weißglühen der in ihr befindlichen Kohlentheilchen herbeiführt.

So viel über die allgemeinen Ursachen des Leuchtens einer Flamme; untersuchen wir aber jetzt die Flammen der hauptsächlichsten Brenn- und Leuchtmaterialien, so finden wir in ihnen eine merkwürdige Verschiedenheit, deren Beachtung in vielen Fällen von keiner geringen praktischen Wichtigkeit ist. Brennt Wasserstoffgas, so bemerkt man an seiner Flamme einen nicht brennenden inneren Theil, der von einer brennenden Wasserstoffhülle umgeben ist. Wenn man ein feines Drahtnetz horizontal durch die Flamme hält, so sieht man durch das Drahtnetz einen dunklen Kreis, welcher von einem leuchtenden Ringe umgeben ist. Wie sollte es aber auch anders sein, da eben nur die äußere Fläche des aufsteigenden Gases mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung kommt, um zu verbrennen? Würde der Sauerstoff die ganze Menge Wasserstoff durch-



Figur 38.

dringen, wie derselbe sich in dem hohlen Raum einer Flasche angesammelt, so fände keine fortdauernde Flamme, sondern eine gefährliche Explosion statt, der des Knallgases ähnlich, wo der Wasserstoff mit Sauerstoff oder mit atmosphärischer Luft vorher gemischt worden war. Zugleich erklärt sich aber auch hiernach die so bedeutend gesteigerte Hitze, wenn in der Weise, wie Figur 38 zeigt, ein Sauerstoffstrom auf eine Wasserstoffflamme geleitet wird, insofern hierbei ungleich mehr Wasserstoff verbrennt.

Aehnlich verhält es sich mit einer Weingeistflamme. Diese besteht ebenfalls aus zwei Theilen, von denen der innere dunklere Theil noch nicht entzündeter, dagegen der äußere brennender Weingeistdampf ist. Deshalb entwickelt auch nur dieser äußere Theil Licht und Wärme. Dieses tritt sehr bemerkbar hervor, wenn man einen Metalldraht quer durch die Flamme hält; wo der Draht mit der äußeren Flamme in Berührung tritt, wird er glühend werden, dagegen in der Mitte innerhalb des dunklen Kerns der Flamme ebenfalls dunkel bleiben. Will man daher über einer Weingeistflamme irgend etwas erhitzen oder kochen, so hat man wohl darauf zu achten, daß man den zu erhitzenden Gegenstand nicht allzu tief in die Flamme stellt, sondern ihn nur von der leuchtenden Spitze berühren lassen darf, wenn man nicht viel Spiritus verschwenden will. Als ganz besonders zweckmäßig, nicht allein für die Ersparung von Brennspiritus, sondern auch zur Erzeugung einer möglichst bedeutenden Hitze, empfiehlt sich die Berzelius'sche Weingeistlampe, wo, wie bei der Argand'schen Lampe, durch einen kreisrunden Docht der Flamme ebenso von innen wie von außen Luft zuströmt und hier also nur brennender Weingeistdampf erscheint; ferner wird hier noch die Hitze durch einen möglichst hohen Blechcylinder erhöht, welcher die Rolle eines den Luftzug befördernden Schornsteines über der Weingeistflamme spielt.

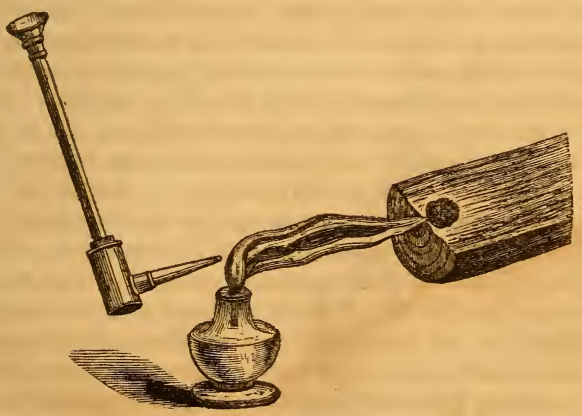
Anders endlich brennt Oel, Talg, Wachs u. s. w., welche durch ihren reicheren Gehalt an Kohlenstoff ganz geeignet sind, an dem brennenden Docht fortdauernd Leuchtgas zu entwickeln und es zur Beleuchtung verbrennen zu lassen. Besonders können wir den Unterschied ihrer Flamme vor der des Wasserstoffs und des Weingeistes an einer Kerze beobachten, diesem ältesten und einfachsten

Gasbereitungsapparat. Sobald wir hier den Docht angezündet haben, zieht sich der in der nächsten Umgebung geschmolzene Talg u. s. w. in den kleinen Zwischenräumen des Dochtes durch die Haarröhrchenanziehung (vergl. I, S. 25) hinauf, und zwar in der Menge, als jedesmal durch die Hitze zerlegt wird. Es entsteht bei dieser Zerlegung des Fettes ein Gemisch von Gasen, wie sich diese bei der trocknen Destillation des Fettes bilden; ihr Hauptbestandtheil ist aber Leuchtgas, wenn eine gehörige Hitze auf das Fett einwirkte. Dieses Gasgemisch bildet den dunklern innern Kern der Kerzenflamme. Durch die Einwirkung der äußeren Luft verbrennt nun das Leuchtgas an der Oberfläche des dunklen Kerns und es entsteht so um denselben ein hellleuchtender Mantel, meist aus brennendem Wasserstoff bestehend, in welchem bis zum Weißglühen erhitzte Kohlentheilchen schweben. Doch auch diese Kohlentheilchen müssen endlich, wenn keine Abkühlung der Flamme und ein fortdauernder Zustrom von möglichst heißer Luft stattfindet, vollständig verbrennen; dies Verbrennen der Kohlentheilchen geht an der Oberfläche des hellen Lichtmantels vor sich und bildet hier eine dünne blaue Hülle von verbrennendem Kohlenoxydgas, welche Hülle am untern Theil des Flammenkegels in der Nähe des Dochtes ungleich stärker hervortritt.

Auch das Lampenöl muß eine derartige Flamme liefern, wenn man es an einem einfachen Kerzendocht verbrennt. In der Argand'schen Lampe dagegen macht sich diese Dreitheiligkeit der Oelflamme ebenso wenig bemerkbar, wie die Zweitheiligkeit der Berzelius'schen Spiritusflamme. Wie sollte sich auch hier bei dem cylindrischen Docht ein Gaskegel bilden, welcher, nur an der äußeren Oberfläche brennend, mit seinem inneren dunklen Kern nur das Leuchten der Flamme beeinträchtigen kann?

Endlich müssen wir bei unserer Flammenschau noch die Flamme vor dem Löthrohr betrachten, welche bei kleinen chemischen Feuerversuchen eine so wichtige Anwendung findet, daß kein Techniker, der es mit dem Glühen, Schmelzen, Verglasen u. s. w. zu thun hat, ein Löthrohr entbehren kann. Wenn man mit dem Löthrohr in eine Spiritusflamme hineinbläst, so wird in dieser ein rascher und noch dazu verdichteter Zustrom von Luft erzeugt, welche wegen ihres Stickstoffs die Hitze in der Flamme zwar nicht in dem

Maße steigert, wie es durch ein Hineinströmen von reinem Sauerstoff geschieht, doch die Flamme heiß genug macht, um selbst viele Metalle in ihr zum Schmelzen zu bringen. Die höchste Hitze liegt aber bei der Löthrohrflamme nicht in der äußeren Lichthülle, sondern an der Spitze der inneren blauen Flamme. Bei dem Hineinblasen der Luft vermittelst eines Rohrs kann sich überhaupt kein feuerloser Gaskegel in der Mitte der Flamme bilden, weil hier das Gas bei seiner Entwickelung durch den Luftstrom sofort entzündet wird; es bildet sich unter diesen Umständen eine innere und eine äußere Flamme, wobei die innere blaue Flamme durch das Verbrennen des Gases in einem verdichteten Luftstrom ungleich heißer sein muß, als die äußere gelbe, wo nur die umgebende Luft die Verbrennung des Gases bewirkt. Da endlich in der gelben Flamme noch glühende Kohlenstäubchen vorhanden sind, so werden dieselben vor der so überaus heißen Spitze der inneren Flamme z. B. jedes Körnchen eines Metalloxydes, wie Mennige, Eisenrost u. s. w. seines Sauerstoffs berauben (desoxydiren, reduciren) können, während andererseits vor der Spitze der äußeren gelben Flamme ein Stückchen Blei, Eisen, Kupfer u. s. w. durch die bloße Einwirkung der Luft und die Flammenhitze nur Sauerstoff aufzunehmen, d. h. zu oxydiren im Stande ist. Daher nennt man auch die innere blaue Flamme die Reduktionsflamme und die äußere gelbe Licht-



Figur 39.

hülle die Oxydationsflamme, und daher hat man bei Löthrohrversuchen nicht wenig auf die beiden so entgegengesetzt wirkenden Flammenspitzen zu achten.

Betrachten wir vergleichungsweise die gewöhnlichen Flammen, so findet bei ihnen durchaus keine innere Verbrennung der brennbaren Gase statt, wie bei der Flamme vor dem Löthrohr. Es kann also auch im Innern des gewöhnlichen Feuers nicht die höchste Hitze gesucht werden, sondern in dem leuchtenden äußeren Theil desselben, am meisten aber an seiner Spitze, der sogenannten Spitzflamme. Hierin liegt nun auch mancher Wink für die Praxis. Es wäre z. B., wie schon oben angedeutet, sehr unpraktisch, wenn man zur Erhitzung eines Gegenstandes denselben so tief in die Flamme einer Weingeistlampe, einer Kerze oder auch eines Holzfeuers hineinbringen wollte, daß der Gegenstand von dem inneren dunkleren Theil der Flamme bestrichen würde. Dieser innere Theil kann als ein Gemisch von noch nicht zum Brennen gekommenen Gasen nur dazu dienen, die Gluth, welche die äußere Flammenhülle an dem betreffenden Gegenstand, z. B. einem Metallstück, hervorgerufen hat, wieder zu verringern. Wollte man ferner etwas im Feuer verbrennen, d. h. sich chemisch mit dem Sauerstoff der Luft vereinigen lassen, so würde dieses in dem inneren Theil der gewöhnlichen Flamme wegen seines Mangels an Sauerstoff am allerwenigsten gelingen. Wir können dieses recht deutlich an einem langen Schwefel-, ja Phosphorhölzchen sehen, wenn wir dessen so ungemein leicht entzündliche Spitze mitten in den dunkleren Raum einer großen Spiritusflamme hineinbringen; anstatt sich hier zu entzünden, werden der Schwefel und der Phosphor sogar verlöschen, da die Gase, welche sie hier vorfinden, wohl selbst brennen, nicht aber das Brennen eines andern Körpers unterhalten können. Endlich aber wird dieser innere Kern von brennbaren und noch nicht entzündeten Gasen auch beim Löschen großer Feuer zu berücksichtigen sein. Es kann sich nämlich nur als sehr zweckmäßig erweisen, gerade in diesen Kern der brennbaren Gase den Wasserstrahl zu leiten, damit sich dieselben, wie auch zugleich der brennende Körper, abkühlen und so sich nicht weiter entzünden, während ein Hineinspritzen des Wassers in die äußere lichte Flammenhülle oder in deren Spitze (Spitzflamme) ganz geeignet ist, die Flamme zu vergrößern, weil die

glühenden Kohlentheilchen hierselbst die einzelnen Wassertropfen entsauerstoffen (desoxydiren), um sich selbst mit dem Sauerstoff zu verbinden, und bei der Gelegenheit den so brennbaren Wasserstoff frei machen.

Wir haben in dem vorigen Abschnitt die Hauptbedingungen zur Erzeugung und Erhaltung einer leuchtenden Flamme so weit kennen gelernt, daß wir nun leicht auf die Unterhaltung eingehen können, welche uns die Betrachtung der weiteren praktischen Anwendung dieser Bedingungen zu gewähren vermag. Was die gewöhnliche Erleuchtungskunst mittelst Talg und Oel betrifft, so muß man sich in der That wundern, daß sie noch weniger als die Kunst der Erwärmung schon seit Jahrhunderten eine höhere Vervollkommnung erreicht hatte, sondern daß auch hier unser erfindungsreiches industrielles Jahrhundert verbessernd und schöpferisch thätig sein mußte, damit wir uns während der langen Herbst- und Winterabende eines hellen freundlichen Kerzen- oder Lampenlichts ohne eine verschwenderische massenhafte Verbrennung von Oel, Talg oder Wachs erfreuen. Das Gaslicht, welches ebenfalls eine Erfindung unseres Zeitalters ist, hat bis jetzt nur noch die Bewohner größerer Städte erfreuen können. Nicht überall kann eine Gasbereitungsanstalt errichtet werden, um sein schönes Licht in allen Räumlichkeiten einer Behausung mit verhältnißmäßig geringen Kosten leuchten zu lassen; das kann der bedeutendste Verbrauch des Gases möglich machen; ein Gasbereitungslaboratorium im Kleinen würde aber das Licht oft um ein sehr Bedeutendes vertheuern. Außerdem wird aber das Gaslicht als ein an Ort und Stelle gebundenes durchaus nicht die Annehmlichkeit eines Kerzen- oder Lampenlichtes bieten, das uns überall hin begleiten kann.

Ist aber endlich das Kerzen- und Lampenlicht, wenn es möglichst weiß und leuchtend uns entgegenstrahlt, etwas anderes, als ein reines Gaslicht? Verwandelt sich auch nicht hier durch die fortdauernde gleichmäßige Erhitzung das zur Beleuchtung verwendete Brennmaterial in diejenige Kohlenwasserstoffverbindung, welche auch im künstlich erzeugten Gase brennt? Dies sind Gründe genug, daß

wir uns für die Kerze und Lampe, diese kleinen und einfachsten Gasbereitungsapparate, mehr zu interessiren haben, als für die Gasbereitungsanstalt im Großen, und daß die Kunst, das Licht zu der bedeutenden Leuchtkraft zu erheben, wie sie das reine Leuchtgas besitzt, noch jetzt mit keinem geringen Eifer betrieben wird.

Zunächst ist es das Leuchtmaterial und die Bearbeitung desselben, welche unsere Aufmerksamkeit verdienen. Freilich können wir hierbei nicht das ganze Verfahren des Lichtziehers und der Brennölgewinnung erledigen, sondern nur das Chemische darin näher betrachten; doch wird dieses auch vollkommen ausreichen, um uns ein leitendes Urtheil über diesen wichtigen Zweig der gewerblichen und industriellen Thätigkeit zu geben.

Vor allen Dingen muß es unsere Verwunderung erregen, daß dasjenige, was die Natur im thierischen Körper als eigentlichen Wärmeerzeuger bestimmt hat, die Menschen als das zweckmäßigste Beleuchtungsmaterial seit alten Zeiten anerkannt und benutzt haben. Die Ursache hiervon liegt aber nicht allein in den chemischen Bestandtheilen des Fettes, sondern auch in mehreren anderen Eigenschaften, welche schon im lebenden Körper das Fett auszeichnen.

So dient unter anderm das Fett dem thierischen Körper nicht allein als Wärmeerzeuger, sondern auch als ein Zurückhalter der einmal vorhandenen Wärme. Die Fette leiten sehr schlecht die Wärme und schützen daher den Körper und seine empfindlicheren Organe möglichst vor einer zu raschen Abkühlung. Daher kann auch eine Einreibung der Haut mit Fett die einzelnen Glieder ebenso vor einer unerträglichen Einwirkung einer äußeren Hitze, wie vor einer Erstarrung, d. h. übermäßigen Wärmeentziehung, bewahren. Endlich aber vermeidet das Fett eine unnatürliche Entstehung der Wärme durch Stoß, Schlag, Reibung u. s. w. Wenn nicht unter anderm die fortdauernde Herzbewegung, wie die Aneinanderreibung der einzelnen Gelenke beim Gehen und bei der körperlichen Bewegung, eine gefährliche Erhitzung an diesen einzelnen Theilen hervorruft, so sorgt dafür das Fett, welches das Herz und seine Hauptadern, wie die Gelenke und alle anderen beweglichen Theile des Körpers schützend umschließt.

Die Eigenschaften des Fettes, die es dem thierischen Körper so werthvoll machen, kommen ihm auch zum Theil als einem Be-

leuchtungsmaterial zu Gute. Indem es bei seiner vollständigen Verbrennung nur Kohlensäure und Wasser giebt, haben die Verbrennungsprodukte der Kerzen und des Oels in der Lampe nichts Nachtheiliges; nur bei einer theilweisen Verbrennung, wie wir sie an dem noch glimmenden Docht eines Talglichtes bemerken, bilden sich unangenehm riechende und Kopfweh verursachende Gase; diese machen sich jedoch vorzugsweise bei einem unreinen Fett geltend. Ferner erwärmt sich und schmilzt das Fett als ein schlechter Wärmeleiter nicht viel weiter, als das Feuer reicht, während z. B. eine Kerze von Harz nach dem Anzünden bald ganz in Flammen aufginge, abgesehen davon, daß eine solche Kerze, wegen des Kohlenstoffreichthums des Harzes, selbst bei einem unterstützten Luftzutritt blaken würde. Wenn endlich die Schlüpfrigkeit des Fettes und seine Unfähigkeit, durch Reibungen sich zu erwärmen, ihm als einem Erleuchtungsmaterial auch nichts nützt, so dient doch diese Eigenschaft dazu, an anderen Körpern durch Reibungen eine nachtheilige Erhitzung zu verhüten, weshalb auch unter anderem alles Räderwerk, von den Rädern der kleinsten Uhr an bis zu denen einer Dampfmaschine, eine fettige Einschmierung erhält.

Freilich können auch die Fette unter Umständen die Erhitzung und Selbstentzündung sogar weniger leicht brennbarer Körper veranlassen. Trotzdem nämlich die Fette zu denjenigen organischen Stoffen gehören, welche am längsten der zerstörenden Einwirkung der Luft widerstehen, so erleidet doch ein Theil von ihnen dann mit der Zeit eine Zersetzung, wenn sie in vielen Punkten mit der Luft in Berührung kommen. Hierbei saugen sie erst sehr wenig, darauf aber immer begieriger Sauerstoff aus der Luft ein; dadurch wird die gebundene Wärme des Sauerstoffs frei und muß in einer größeren Masse eines mit Oel getränkten sehr porösen Körpers endlich eine solche Erhitzung hervorrufen, daß auch eine Entzündung leicht eintreten kann. Diese Entzündung wird besonders noch dadurch befördert, daß das Fett bei seiner begierigen Sauerstoffeinsaugung und der darauf erfolgenden Zersetzung neben Kohlensäure das so leicht entzündliche Wasserstoffgas entwickelt. Daher die nicht seltene Selbstentzündung in der Masse von fettiger roher Wolle und selbst von Tuchlagern; daher auch die Gefahr, solchen im Innern schon bedeutend erwärmten Massen mit einem

brennenden Licht zu nahe zu treten. Die Entzündung erfolgt hier, wie auch schon in einer kleineren aufgehäuften Menge von ausgepreßten Oelsamen, welche noch fettig genug sind, um sich leichter als andere ausgepreßte Pflanzentheile zu erhitzen.

Mit diesen Erklärungen haben wir nicht wenig für eine richtige Beurtheilung des fetten Leuchtmaterials gewonnen. Je älter ein Talg und ein Oel ist, desto ranziger pflegt es zu sein, d. h. mit andern Worten, desto mehr hat es Sauerstoff aus der Luft in sich eingesogen und durch ihn theilweise eine chemische Veränderung erfahren, wodurch das Feuer nicht nur mit einem weniger hellen Lichte brennt, sondern auch beim Brennen einen unangenehmen Geruch entwickelt. Dieser unangenehme Geruch rührt meist von der flüchtigen Säure her, welche sich in dem alten Fett bildet und seine ganze Masse eben ranzig macht. Das trübe, blakige Brennen eines so ranzigen Talges und Oels erklärt sich aber ganz besonders aus der störenden Gegenwart jener weniger leicht brennbaren Säure und ähnlicher Zersetzungsprodukte, welche durch die Aufsaugung des Sauerstoffs außerdem im Fett entstanden sind. Bei den austrocknenden Oelen tritt eine solche Sauerstoffaufnahme noch begieriger ein, so daß sie sich in Folge dessen ungleich mehr chemisch verändern, als die nicht austrocknenden Oele, wie es z. B. die allmälige Verdickung von Nuß-, Mohn-, Lein-, Hanföl, überhaupt aller Firnißöle, beweist. Deshalb werden ganz besonders diese Oele mit dem zunehmenden Alter, oder vielmehr bei einer lang andauernden Berührung mit der atmosphärischen Luft eine schlechte Beleuchtung abgeben, dagegen aber auch sparsamer brennen, während die frischen Oele, wenn sie sonst rein sind, bei ihrer helleren Flamme auch um etwas schneller von dem Feuer verzehrt werden.

Unrein sind die frischen Oele, wie auch Talgarten, durch mancherlei anderweitige vegetabilische und thierische Stoffe, wie Schleim, Eiweiß, Leimsubstanz u. s. w., welche als stickstoffhaltige Substanzen das Verbrennen überhaupt beeinträchtigen. Das Reinigen oder Raffiniren der zur Beleuchtung dienenden Fette ist aber ein sehr verschiedenartiges, das nur in seiner Hauptsache von Wichtigkeit und Interesse für uns sein kann.

Wenn man ein frischgepreßtes Oel mit dem gleichen Theil lauwarmem Wasser längere Zeit schüttelt und es dann einen Tag lang

ruhig stehen läßt, so wird das ausgesonderte Wasser alle schleimigen Bestandtheile des Oels aufgenommen haben und das Oel wird sich nun so Jahre lang erhalten können, ohne leicht zu verderben. Besser fällt die Reinigung noch aus, wenn man das Oel mit reinem Sand und Wasser schüttelt und darauf gehörig sich abklären läßt. Endlich wird auch schon ein Schütteln des Oels mit gröblich gestoßener, gut ausgeglühter Kohle und darauf ein Durchseihen dieses Oels durch ein wollenes Tuch oft genügen.

Dieses Reinigungsverfahren ist indessen bei dem gewöhnlichen Brennöl, dem Rüböl, insofern nicht ausreichend, als dasselbe noch einen eigenen Stoff aufgelöst zurückbehält, welcher das Oel nicht zu einem hellen Brennen kommen läßt. Um daher das Rüböl zu reinigen, muß man sich der Schwefelsäure bedienen, welche bei ihrem großen Bestreben, allen organischen Substanzen die wasserbildenden Bestandtheile zu entziehen und sie dadurch zu verkohlen, dies auch an den verunreinigenden Substanzen des Oels thut, welche sich daher mit dunkler Farbe und flockig ausscheiden. Man darf jedoch nur so viel Schwefelsäure, und zwar allmälig unter stetem Umrühren zur Vermeidung der Erhitzung, dem Oele zusetzen, als zur Verkohlung jener fremdartigen Substanzen erforderlich ist, etwa 2 Theile Schwefelsäure auf 100 Theile Oel; braucht man mehr Schwefelsäure, so wird verhältnißmäßig auch das Oel verkohlt werden. Wenn indessen die flockige Ausscheidung erfolgt ist, was schon nach ½ bis 1 Stunde geschieht, so entfernt man die Schwefelsäure dadurch aus dem Oel, daß man es mit einer gleichen Menge Wasser gehörig schüttelt und mehrere Tage ruhig stehen läßt, wo sich dann das Oel vollständig gereinigt nach oben abgeschieden haben wird. Zuweilen wird ein nochmaliges Raffiniren des Oels mit der Hälfte der Schwefelsäure vorgenommen.

Bei einer gehörigen Behandlung mit Wasser kann von einem Zurückbleiben der Schwefelsäure in dem Brennöl und einem Zerfressen der Lampe, wie Viele es befürchten, nicht die Rede sein; dagegen wird ein so von allen die Verbrennung störenden Substanzen befreites Oel um ⅛ bis ¼ schneller verbrennen, als ein ungereinigtes Brennöl mit trüberem Licht.

Früher hatte man unter anderm zur Reinigung des Brennöls Bleizucker und Bleiglätte gebraucht; jetzt benutzt man die Bleiglätte

nur zur Bereitung eines schnell trocknenden Firnisses. Werden z. B. 100 Theile Leinöl mit 1 Theil Bleiglätte bis zur Hitze des kochenden Wassers erwärmt und etwa 1 Stunde lang in dieser Hitze erhalten, so scheiden sich die schleimigen Bestandtheile des Oels als eine unlösliche Verbindung mit dem Bleioxyd aus und man erhält nun in dem so geläuterten Leinöl einen vortrefflichen Firniß, welcher sich ebenso zu Malerfarben, wie auch zur Darstellung des Wachstaffets, eines überfirnißten Seidenzeuges, und ähnlicher wasserdichter Zeuge empfiehlt. Braucht man mehr Bleiglätte, so wird der Ueberschuß mit einem Theil des Leinöls eine chemische Verbindung eingehen und in dem Oel aufgelöst zurückbleiben. Wie hier das austrocknende Oel, so verhält sich auch das nicht austrocknende. Daher wäre es eine verbrecherische Gewissenlosigkeit, wenn man das ranzig gewordene Olivenöl von seiner ranzigen Säure durch Bleioxyd befreien wollte. Es würde hier die ranzige Säure mit dem Bleioxyd ein in dem Oel lösliches, süßlich schmeckendes Bleisalz bilden, und das Speiseöl wäre somit vergiftet. Die Fette können überhaupt schon durch eine längere Berührung mit Blei, Kupfer oder Zink vergiftet werden, wie dieses aus der Schwärzung solcher Fette zu ersehen ist, wenn man sie mit Schwefelwasserstoffwasser oder besser mit der Hahnemann'schen Prüfungsflüssigkeit (vgl. I, S. 472) zusammenmischt.

Was die verschiedenen Thranarten betrifft, wie Wallfisch-, Robben-, Heringsthran und der Leberthran aus der Leber vorzugsweise der Stockfische, so ist ihre Reinigung, um aus ihnen ein möglichst geruchloses Beleuchtungsmaterial zu gewinnen, eine ungleich umständlichere. Sie werden erst mit Lohbrühe zur Abscheidung der in ihnen befindlichen Gallerte behandelt; darauf werden aus ihnen die Stoffe, welche besonders ihren üblen Geruch bewirken, durch etwa 1 Prozent Chlorkalk entfernt und der Chlorkalk darauf durch Schwefelsäure ausgeschieden. Der Gehalt an Jod, wodurch sich der Thran vor allen andern Fetten unterscheidet und der nicht wenig zu dem üblen Geruch des Thrans beiträgt, wird bei dieser Reinigung gleichfalls entfernt. Oft kommt das Lein- und das Rüböl mit Thran untermischt im Handel vor.

Gehen wir nun zu der Reinigung der verschiedenen Talgarten über, welche man zu Kerzen verwendet, so werden auch bei ihnen

die fremdartigen und die helle Verbrennung störenden Beimischungen sehr zweckmäßig durch Schwefelsäure entfernt, indem man den Talg im geschmolzenen Zustande auf ähnliche Weise, wie die Oele, mit Schwefelsäure behandelt.

Das Stearin (Talgstoff) im Talg enthält weniger Sauerstoff, als das Elaïn (Oelstoff), und giebt daher nicht allein eine leuchtendere Flamme, sondern brennt auch im Ganzen sparsamer, als der gewöhnliche gereinigte Talg. Aus dieser Ursache hat man sich in neuerer Zeit namentlich darum bemüht, das durch Abpressung des Elaïns aus dem Talg gewonnene Stearin noch so zu bearbeiten, daß es, ohne die kostspieligere Vermischung mit Wachs, Lichter von geringerer Sprödigkeit gebe. Besonders hielt man dieses bei den in ihrem Licht noch besseren Stearinsäurelichtern (vergl. I, S. 185) für wünschenswerth, da die Stearinsäure ein großes Bestreben hat, zu krystallisiren, mithin sehr leicht zerbrechliche Lichter gab, wenn nicht die Masse vorher reichlich mit Wachs zusammengeschmolzen war.

Wie überhaupt eine gewinnsüchtige Industrie selbst nicht die gefährlichsten Mittel scheut, wenn sie damit eine billigere Waare für den gewünschten Zweck zu Stande bringen kann, so geschah es auch bei den Stearinsäurelichtern. Anstatt, wie es bisher der Fall war, die Stearinsäure mit etwa 25 Prozent und mehr Wachs zu mischen, erreichte man die wachsähnliche Beschaffenheit bei diesen Lichtern, daß man in ihre geschmolzene Masse $^1/_{1000}$ weißen Arsenik (arsenige Säure) in Pulverform rührte. Da bei der Erhitzung Arsenik flüchtig ist, so konnte es bei dem Gebrauch dieser Lichter nicht ausbleiben, daß sie durch die Vergiftung der Atmosphäre, namentlich in geschlossenen Räumen, manches bedeutende Unheil anrichteten, so daß ein derartiges Beleuchtungsfabrikat bald in Mißkredit kam. Endlich fand man auch andere Bereitungsweisen der Stearinsäure, bei der man etwa nur 5 Proz. Wachs zu verwenden hatte, so daß dadurch die Kerzen ungleich billiger herzustellen waren. Dessen ungeachtet hat man auch jetzt noch auf eine derartige Arsenikzumischung bei manchen Stearinkerzen zu achten, und es ist das Gute dabei, daß man schon ohne alle chemischen Hülfsmittel die Gegenwart des Arseniks hier entdecken kann. Brennen solche vergiftete Lichter, so erscheint der Docht bei ihnen, so weit die Flamme

reicht, pechschwarz, während in einer arsenikfreien Kerze der Docht unten, wo die Flamme blau ist, seine weiße Farbe unverändert behält, und auch da, wo die Verkohlung beginnt, nicht pechschwarz, sondern braunschwarz ist. Das untrüglichste Merkmal bleibt aber der eigenthümliche arsenikalische Geruch, den solche Lichter nach dem Auslöschen entwickeln, insofern auch manche Dochte schon in Folge dieser oder jener Bearbeitung bei ihrem Verbrennen sich schwärzen können.

Auch aus dem im Handel jetzt so häufig vorkommenden Palmöl wird das Stearin oder die Stearinsäure, welche man hier zur Unterscheidung Palmitinsäure nennt, zu Kerzen verwendet. Man nennt dieselben Palmlichter, Palmwachslichter oder Palmstearinsäurelichter. Sie kommen bei niedrigerer Temperatur, als die andern Stearinlichter, zum Schmelzen. Ebenso empfehlen sich auch die Wallrathlichter durch ihr schönes helles Licht.

In der Fabrikation der Wachslichter und Wachsstöcke hat die neuere Industrie wenig oder nichts zu vervollkommnen gehabt. Da die Wachskerzen sich vor allen andern durch ihr helles Licht, durch ihren Geruch und ihre Festigkeit auszeichnen, so hat man sich nur bemüht, den andern Leuchtmaterialien so viel wie möglich den Werth des Wachses zu ertheilen. Ist die Stearinsäure auch härter, als Wachs, so stört doch, wie wir gesehen haben, ihre Sprödigkeit, so daß also auch ihre Güte durch einen Zusatz von Wachs nur erhöht werden kann. Um dem Wachs die erforderliche Biegsamkeit zu den Wachsstöcken zu geben, versetzt man dasselbe mit etwas Terpenthin.

Endlich haben wir noch als eine neue Erfindung die Paraffinkerzen zu berücksichtigen. Das Paraffin ist, wie das Kreosot, ein Bestandtheil des Theers, unterscheidet sich aber von ihm sehr wesentlich. Es ist eine farblose, glänzende, fettig anzufühlende Substanz ohne Geruch und Geschmack, schmilzt schon bei 35 °R., entzündet sich schwierig, verbrennt aber, wenn es einmal Feuer gefaßt hat, mit leuchtender Flamme. Es löst sich in flüchtigen und fetten Oelen und vereinigt sich beim Schmelzen mit Talg, Wachs, Wallrath und Kolophonium. Merkwürdiger Weise besteht diese feste Substanz, sowie das Leuchtgas, aus 1 Atom (= 6 Ge-

wichtstheilen) Kohlenstoff und 1 Atom (= 1 Gewichtstheil) Wasserstoff, so daß sich auch an diesem Beispiel erweist, welche verschiedenartige Gebilde die Natur bei einer und derselben Zusammensetzung der Elemente zu schaffen vermag. Was aber die menschliche Kunst betrifft, so wird sie nicht wenig die besonderen Umstände zu beobachten haben, unter denen sich das Paraffin bei der trockenen Destillation vegetabilischer Substanzen überwiegend bildet, wenn es mit der Zeit darauf ankommen sollte, diesen Kerzen und ihrem schönen reinen Licht eine allgemeinere Verbreitung zu verschaffen. Der Name Paraffin ist von „parum affinis, wenig verwandt" abgeleitet, und mit Recht, da dieser Stoff weder durch starke Säuren, noch durch die Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) zersetzt werden kann und ebenso wenig mit andern Stoffen chemische Verbindungen eingeht. Er ist einer der indifferentesten, d. h. gleichgültigsten Körper und läßt sich nur von dem Sauerstoff der Luft verbrennen, indem er selbst von Chlorgas unangefochten bleibt.

Wir haben in dem vorigen Abschnitt die flüssigen und festen Fettarten als Leuchtmaterial berücksichtigt, wobei das Paraffin nur eine äußerliche Aehnlichkeit mit den festen Fetten besaß. Es versteht sich indessen von selbst, daß wir dabei nicht alle Oele und Talgarten, wie deren Verfälschungen und Prüfungen, speciell besprechen konnten; ebenso wird es kaum einer Erinnerung bedürfen, daß das bei dem Abpressen des Stearins (vgl. I, S. 82) gewonnene Elaïn oder flüssige Fett, wo es nicht eben zur Seifensiederei verwendet wird, ebenfalls für sich allein oder in Vermischung mit anderen Oelen als Brennöl in den Handel kommt. Jetzt aber wollen wir vorübergehend noch die Gasbeleuchtung in ihren Ursachen betrachten, um endlich unsere Beleuchtungsunterhaltung mit demjenigen künstlichen Licht zu schließen, das in der That vor dem Sonnenlicht nicht zu schwinden braucht, insofern die Natur der Sonne vielleicht nicht anders ihre welterleuchtenden Strahlen bildet, als die Natur der Erde, welche der Mensch hier in der Lichterzeugung aufs vollendetste beherrscht.

Das Leuchtgas, dem wir überhaupt unser künstliches Licht

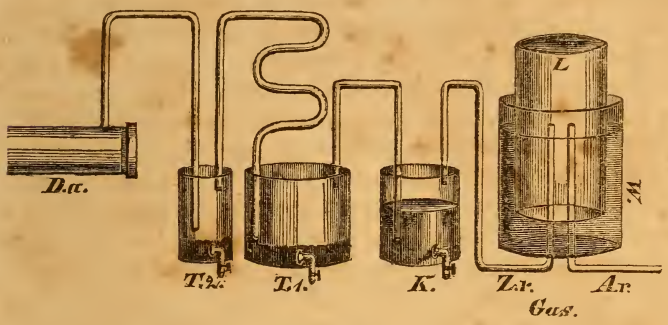
verdanken, mögen wir irgend welche Fettart, Wachs, Paraffin oder Gas brennen, gewinnt man auch aus Alkohol. Man kann sich überhaupt den Alkohol wie den Weingeistäther als eine chemische Zusammensetzung von Leuchtgas und von Wasser denken, nur mit dem Unterschiede, daß der Alkohol noch einmal so viel Wasser enthält, als der Aether. Man erhält daher auch das Leuchtgas aus dem Alkohol, wenn man ihm das chemisch gebundene Wasser vollständig entzieht, und dies geschieht dadurch, daß man 1 Th. Alkohol mit 4 Theilen concentrirter Schwefelsäure in einer Retorte sehr behutsam mischt und das Gemisch dann erhitzt. Gleichzeitig wird bei dieser Entwickelung von Leuchtgas auch nicht wenig Alkohol so weit zersetzt, daß sich Kohlenstoff aus ihm absondert; dieser Kohlenstoff entzieht einer entsprechenden Menge Schwefelsäure so viel Sauerstoff, daß sie zu schwefeliger Säure wird, die das Leuchtgas verunreinigt, wenn man dasselbe nicht durch Kalkwasser leitet, wo die schwefelige Säure sich mit dem Kalk verbindet und zurückbleibt.

Es wäre sehr gefährlich, wenn man das Leuchtgas mit atmosphärischer Luft in einem Gefäße oder größeren abgeschlossenen Raume mischen und dann anzünden wollte, weil sich in diesem Fall bei einer plötzlichen Verbrennung dieses Gases neben Kohlensäuregas so viel Wassergas von größerer Ausdehnung bildete, daß dadurch eine gefährliche Explosion entstünde, den schlagenden Wettern in den Steinkohlengruben ähnlich, wenn sich in denselben das an Wasserstoff noch reichhaltigere Gruben- oder Sumpfgas durch Annäherung eines Lichtes entzündete. Während aber das Leuchtgas durch den Sauerstoff der Luft, freilich unter einer Entzündung, vollständig zerstört wird, giebt es mit Chlor, Brom, Jod eine ölartige Flüssigkeit von ätherartigem Geruch, weshalb es auch ölbildendes Gas genannt wird.

Die erste praktische Anwendung von dem Leuchtgase machte im Anfange unsers Jahrhunderts ein Franzose, Lebon. Er entwickelte das Gas durch die trockne Destillation aus Holz und brauchte es nicht allein zur Beleuchtung, sondern auch zur Heizung. Die Vorrichtung zur Entwickelung des Gases nannte er Thermolampe. Es versteht sich von selbst, daß diese Erfindung bald eine weitere Beachtung und mehrfache Verbesserungen fand. Zunächst waren es

aber die Engländer, welche die Steinkohlen zu einer solchen Gasentwickelung in Anwendung brachten, die im Ganzen mehr Leuchtgas und weniger unangenehm riechende Nebenprodukte liefern.

Die Einrichtung zu einer Gasentwickelung aus Steinkohlen im Großen möge folgende Figur verdeutlichen. Ein langer eiserner



Figur 40.

Destillirapparat (*D. a.*), welcher mit dem erforderlichen Gasleitungsrohre versehen ist, wird mit trocknen Steinkohlen gefüllt, luftdicht verschlossen und einer mäßigen Rothglühhitze ausgesetzt; werden die Steinkohlen zu stark erhitzt, so tritt der Uebelstand ein, daß das sich entwickelnde Leuchtgas in Kohlenstoff und Wasserstoff zerfällt. Von diesem Destillirapparat wird das Gas durch die kupferne Leitungsröhre in das Theerfaß (*T.* 2.) und von dort in Theerfaß (*T.* 1.) geleitet; hierauf tritt das Gas, nachdem es von vielen ihn begleitenden Theersubstanzen befreit worden, in den Kalkbehälter (*K*), welcher, zur Reinigung des Gases von Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und Essigsäure, mit Kalkmilch versehen ist, und gelangt nun so gereinigt in den Sammelbehälter für das Gas, in den sogenannten Gasometer (*Gas*). Der Gasometer besteht aus einem Wasserbehälter (*W.*) und einem aus Eisenblech verfertigten Luftbehälter (*L.*); der Luftbehälter ruht mit der Mündung in dem Wasser. In diesen Luftbehälter tritt das Gas und drängt denselben aus dem Wasser empor. Wenn er hinreichend mit Gas gefüllt ist, wird die Zuleitungsröhre (*Z. r.*) abgeschlossen, der Luft-

behälter mit einem Gewicht allmälig in das Wasser zurückgedrückt, worauf nun das so zusammengedrückte Gas in die Ausführungsröhre (*A. r.*) tritt und durch den fortdauernden Druck des beschwerten Luftbehälters vermittelst Röhren zu den Stellen geleitet wird, wo es entzündet werden soll.

Nach dieser Beschreibung wird man sich eine genügende Vorstellung von den einzelnen Vorgängen in einer Gasbereitungsanstalt machen können, welche eine große Stadt mit ihrem Gase zu versorgen hat. Wie großartig eine solche Einrichtung ist, geht schon aus der Größe des Gasometers hervor, der zuweilen den Umfang eines großen Gebäudes einnimmt. Einfacher sind die Einrichtungen, wenn man Fett, Pech, Harz und ähnliche an Wasserstoff reiche organische Produkte einer trockenen Destillation unterwirft. Da diese Substanzen keinen Stickstoff und Schwefel enthalten, welche, wenn auch in geringer Menge, sich in den Steinkohlen vorfinden, so wird das sich aus ihnen entwickelnde Leuchtgas weniger fremdartige Stoffe enthalten, welche sich als Leuchtmaterial nicht empfehlen und daher von dem Gase getrennt werden müssen.

Um die sogenannten tragbaren Gasapparate herzustellen, füllt man metallene Gefäße, die mit Wasser angefüllt sind, durch Vertreibung des Wassers mit Gas und verdichtet dasselbe, damit möglichst viel hineingehe, vermittelst einer sogenannten Compressionspumpe. Die Gefäße haben zwei Hähne zum Ein- und zum Austritt des Gases. Diese mit Gas gefüllten Gefäße transportirt man dorthin, wo man das Gas zur Beleuchtung oder auch zur Erwärmung gebrauchen will. Man läßt auch oft das Gas aus den Gefäßen in einen feststehenden Gasometer treten, welcher in ähnlicher Weise eingerichtet ist, wie wir ihn oben kennen gelernt haben.

Man hat auch tragbare Gasapparate so eingerichtet, daß die leuchtende Flamme sogleich zur Erhitzung eines über ihr befindlichen Gefäßes dient, in welchem aus Oel, Fett u. s. w. das Gas entwickelt wird. Ebenso hat man kleine Gasbereitungsapparate, in welchen man mit Hülfe der Kochöfenwärme das zum Hausbedarf nöthige Gas aus Steinkohlen bereiten kann. Die Steinkohlen befinden sich hier in zwei kleinen eisernen, zu beiden Seiten

des Feuerraumes angebrachten Metallcylindern; das sich aus denselben entwickelnde Gas geht durch drei kupferne Wannen zur Reinigung des Gases und gelangt endlich, so gereinigt, in einen Gasometer, welcher so viel Gas zu fassen vermag, daß etwa ein Dutzend Brenner zu einem langen Winterabend mit Gas versorgt werden können.

Die Größe der Oeffnungen, an denen das ausströmende Gas entzündet wird, darf nur eine geringe sein, damit nicht das brennende Gas mit der atmosphärischen Luft in die Röhre zurücktrete und so als Knallluft eine Explosion verursache. Daher besitzen diese Oeffnungen in der Regel einen Durchmesser von etwa ½ bis ⅓ Linie. Eine gewöhnliche Gasflamme verbrennt stündlich bis 2 Kubikfuß Gas, wozu etwa ⅖ bis ⅓ Pfund Steinkohlen gehören. Da Harz zum größten Theil aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, so wird es ungleich mehr Gas liefern, so daß man unter Umständen aus 1 Pfund Kolophonium mehr als 20 Kubikfuß Gas gewinnen, mithin damit eine Flamme gegen zehn Stunden reichlich unterhalten kann. Berechnet man 100 Kubikfuß mit 5 Silbergroschen, so wird hiernach der große Vortheil einer Gasflamme vor einer hellen Kerzenflamme leicht zu berechnen sein.

Die Reinheit des Gaslichtes hängt, wie es sich von selbst versteht, von der Reinheit des Leuchtgases ab. Dies ist aber mehr oder weniger noch mit dem weniger hellbrennenden Grubengas und außerdem mit Wasserstoffgas gemischt, welche Gase sich nicht durch das Wasser und durch die Kalkmilch der Gasbereitungsanstalt entfernen lassen. Die Menge dieser störenden Zumischnngen richtet sich nach der Beschaffenheit der Steinkohlen und der Art und Weise, wie die Feuerung geleitet wird. Wir haben schon oben angedeutet, das eine allzu starke Hitze das Leuchtgas leicht in Kohle und Wasserstoff zersetzt; daher erscheint auch gegen das Ende der Destillation, wo die Erhitzung zunimmt, mehr Wasserstoffgas als im Anfange.

Unter einem tragbaren Gase versteht man nur ein solches Leuchtgas, welches sich ohne weitere schwierige Vorrichtungen aus gewissen Oelmischungen in dazu eigens angefertigten Lampen durch die Erhitzung der brennenden Flamme selbst entwickelt. Obgleich die gewöhnliche Oellampe und die Kerze schon als ein Gasent-

wickelungsapparat betrachtet werden kann, insofern es hier ja auch nur das brennende Leuchtgas ist, das uns mit seinem hellen Licht erfreut, so kommt es doch auch darauf an, auf eine möglichst einfache Weise das Leuchtgas in der Güte als Leuchtmaterial zu gewinnen und zu benutzen, wie es von einer gut eingerichteten Gasanstalt geliefert wird.

Zu diesem Zweck braucht man theils den sogenannten Gasölspiritus, theils das Steinkohlentheeröl, auch Photogen genannt. Das erstere Leuchtmaterial empfiehlt sich besonders durch seinen geringen Geruch beim Verbrennen. Es ist meist ein Gemenge von 7 Theilen 90gradigem Weingeist, 1½ Theilen gereinigtem Terpenthinöl und ½ Theil Weingeistäther, und zu seiner Verbrennung bedient man sich der sogenannten Gaslampe. Diese besteht meist aus einem weiten messingenen Behälter; durch eine runde Oeffnung desselben geht eine anschließende messingene seitwärts durchlöcherte Röhre bis auf den Boden des Behälters; an ihrem etwas weit hervorstehenden Ende hat die Röhre eine aufgeschraubte kleine Kugel, welche von einem Kreis kleiner Löcher umgeben ist. Der Behälter wird mit dem Gasöl gefüllt, die mit einem Docht versehene Röhre hineingebracht und nun die obere Kugel durch einen in Weingeist getauchten und entzündeten Brennring erwärmt, wobei die Flüssigkeit in dem Docht durch die Löcher der Kugel verflüchtigt und so als Gas sich an der Flamme des Brennrings entzündet.

Weiter verfolgen wir nicht die Gasbereitung im Großen und im Kleinen. Es werden alljährlich darin Verbesserungen gemacht und alljährlich gewinnt das Gas eine größere Bedeutung nicht allein als Leucht-, sondern auch als Heizmaterial. Freilich stimmen Leucht- und Heizkraft eines Gases nicht so mit einander überein, daß sich von der Stärke der einen auf die der anderen schließen läßt; vielmehr entwickelt, wie schon früher mehrfach angeführt, die schwach leuchtende Wasserstoffgasflamme die stärkste Hitze, so daß man es wohl erwarten kann, man werde mit der Zeit, wie jetzt das Leuchtgas, so auch den Wasserstoff als ein Heizgas aus Stein- und Braunkohlen u. s. w. zu gewinnen suchen. Indessen kann man auch bei dem Verbrennen des Wasserstoffgases eine außerordentliche

Leuchtkraft erhalten, wie wir dies nunmehr bei dem Drummond'schen Licht kennen lernen werden.

Die Erfahrung, daß eine Flamme durch feste Körper, welche in ihr zum Glühen gebracht werden, bedeutend an Leuchtkraft gewinne, veranlaßte den Entdecker des genannten Lichtes, Drummond, hierüber mehrfache Untersuchungen anzustellen, und so fand er denn auch, daß eine Kalkkugel das Licht einer Flamme bedeutend verstärke, wenn sie in ihr im Glühen erhalten werde. Er unterhielt dieses Glühen der Kalkkugel in einer Weingeistflamme dadurch, daß er fortdauernd aus einer Blase einen Strom Sauerstoff auf die Flamme leitete. Um jedoch die Hitze und somit hier auch die Leuchtkraft der Kalkkugel bis aufs äußerste zu steigern, brachte er endlich die Kalkkugel in die Flamme des Knallgases, welches, wie schon früher angegeben, aus 1 Maß oder 8 Gewichtstheilen Sauerstoff und 2 Maß oder 1 Gewichtstheil Wasserstoff besteht. Hierbei erhielt er mit einer Kalkkugel von $^3/_8$ Zoll Durchmesser, auf welche zwei Knallgasflammen wirkten, ein Licht, welches dem vereinigten Licht von 13 Argand'schen Lampen gleichkam. Gegenwärtig wendet man dieses Drummond'sche Licht auf Leuchtthürmen an, wo das Licht ein so starkes ist, daß man es in einer Entfernung von 10 bis 14 Meilen noch sehen kann.

Damit das Knallgas keine Explosion herbeiführe, läßt man durch eine besondere Vorrichtung die Mischung des Sauerstoffs und Wasserstoffs in dem Augenblick vor sich gehen, wo beide Gase aus ihren Behältern treten. Auch bei dieser Vorrichtung ist darauf Rücksicht genommen, daß die Gase durch äußerst feine Oeffnungen strömen, damit sie, entzündet, nicht in die Gasbehälter zurückdringen können; dieses war aber ganz besonders bei dem Knallgasgebläse erforderlich, einem Behälter, in welchem der Wasserstoff und der Sauerstoff als Knallgas schon fertig gemischt enthalten waren.

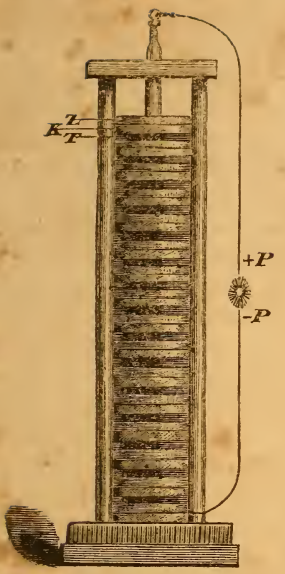
Außer der Anwendung auf Leuchtthürmen wird das Drummond'sche Licht auch zu telegraphischen Signalen, dann aber in der Regel zur Beleuchtung von mikroskopischen Gegenständen gebraucht. Das Hydro-Oxygen-Gasmikroskop, welches so oft bei Vergrößerungsunterhaltungen erwähnt wird, ist nichts weiter, als ein Mikroskop, durch welches wir die zu vergrößernden Gegenstände in

der Beleuchtung des Drummond'schen Lichtes sehen; Hydro-Oxygen-Gas ist die in allen Sprachen verständliche Bezeichnung von Wasserstoff-Sauerstoff-Gas oder Knallgas.

So hat der menschliche Geist selbst auch die sonst so schwache Leuchtkraft einer Wasserstoffflamme dadurch zu einem fast sonnenähnlichen Leuchten gebracht, daß er hier die Ursachen vereinigte, wodurch überhaupt ein starkes Leuchten möglich wird: einen festen unschmelzbaren Körper, der zum Weißglühen gebracht wird und die dazu erforderliche Hitze. Wie aber kein Triumph, den wir der Natur abgewinnen, auch ohne eine angemessene Anwendung bleibt, so hat auch das Drummond'sche Licht sowohl dadurch, wie es von den Leuchtthürmen in die Ferne des Meeres dringt, um daselbst in tiefer Nacht den umherirrenden Schiffer zu leiten, als auch mit seiner scharfen Beleuchtung einer mikroskopischen Wunderwelt die segensreichste und zugleich die wundersamste Benutzung gefunden, die so lange den Namen des Erfinders verherrlichen wird, bis die menschliche Kunst in der Lichterzeugung noch etwas Vollendeteres in Anwendung bringt. Dieses Vollendetere bietet das elektrische Licht, eine der brillantesten Entdeckungen der neueren Zeit.

Die nähere Besprechung des elektrischen Lichts gehört der Physik an, insofern zur Erzeugung dieses Lichts kein chemischer Verbrennungsprozeß stattfindet. Vorläufig werden aber folgende Andeutungen darüber unser Verständniß finden, zumal wir schon mehreres über Elektrizität kennen gelernt haben.

Der Apparat zur Hervorbringung dieses Lichtes besteht (vgl. die Figur) in einer starken Volta'schen Säule, deren Poldrähte auf zwei einander dicht genäherte Kohlenspitzen geleitet werden. Hierdurch werden beide Kohlenspitzen durch die entgegengesetzten Elektrizitäten zum Glühen gebracht, die nun in diesem glühenden Zustande jenes Licht ausstrahlen. Einen der ersten Versuche über die Leuchtkraft dieses Lichtes stellte man auf dem Concordiaplatze zu Paris an, wo hundert Gasflammen brannten. So lange diese Gasflammen gleichzeitig mit dem elektrischen Licht brannten, erschienen dieselben sehr matt und trübe, wie etwa das brennende Licht im Tageslicht; als man aber die Gasflammen auslöschte, strahlte das elektrische Licht mit einer Helligkeit, daß man etwa 300 Fuß von ihm entfernt auch die kleinste Druckschrift lesen konnte. Aus der Vergleichung



Figur 41.

ergab sich, daß das elektrische Licht, welches in seinem Büschel etwa einen Durchmesser von 1½ Zoll zeigt und von einer großen Glaskugel umgeben ist, fast hundert auf einem größeren Platz vertheilte Gasflammen ersetzt und 20 der klarsten Gasflammen, welche dicht neben einander brennen, an Lichtstärke übertrifft.

Noch überraschender sind die Versuche, welche die Nordamerikaner mit dem elektrischen Licht unter einer Taucherglocke in der Tiefe des Meeres angestellt haben. Da dieses Licht an den Enden der längsten Poldrähte hervorgerufen werden kann, so machte es keine große Schwierigkeit, diese Drähte von einer über dem Wasser befindlichen Volta'schen Säule in die Tiefe mitzunehmen, um daselbst die wundersame Wasserwelt zu beleuchten.

Daß indessen dieses ausgezeichnete Licht, welches ebenso im luftleeren Raum, unter Wasser und in jeder Gasart wie in der atmosphärischen Luft erzeugt werden kann, nicht bereits zur Beleuchtung angewendet worden ist, oder daß es wenigstens nicht das Knallgaslicht verdrängt hat, fand seine Ursache bisher in einer Verstäubung der Kohle, indem fortdauernd glühende Kohlentheilchen, welche das Licht erzeugen, von der einen Drahtspitze zu der andern hinüberströmen und in Folge dessen eine öftere Erneuerung der Kohle vorgenommen werden muß; gleichzeitig tritt aber dadurch manche Unregelmäßigkeit in der Stellung des leuchtenden Punktes ein, was für den Zweck der gewöhnlichen Beleuchtung zwar gleichgültig ist, aber desto störender bei optischen Instrumenten wird,

wie z. B. bei dem Mikroskop. Freilich hat man auch schon Vorrichtungen getroffen, wodurch diese Uebelstände theilweise beseitigt werden. Ohne hierauf jetzt näher einzugehen, erwähnen wir nur vorläufig, daß es einem Pariser Optiker, du Bosq, bereits gelungen ist, eine Einrichtung zu treffen, bei der die Kohle erst in einer Stunde erneuert zu werden braucht und daß das Licht sich während dieser Zeit vollkommen gleich bleibt, sowohl an Stärke, wie in seiner Stellung.

Zu den überraschendsten Experimenten, welche du Bosq angestellt und wodurch er namentlich während der Pariser Ausstellung 1855 das geistige Publikum unterhalten hatte, gehören theils die Photographien, welche er in diesem Licht ausführte, theils aber auch ein wahrhaft zauberhafter Lichtspringbrunnen mit leuchtendem Wasser. Bei dem letzteren Experiment erleuchtete er durch das elektrische Licht derartig einen kleinen Springbrunnen, daß der aufsteigende Wasserstrahl bei seinem Ausstrom allein den ganzen Lichterguß empfing. Der Wasserstrahl erhob sich hier in einem dunklen Zimmer, ähnlich einem Springbrunnen von geschmolzenem und weißglühendem Metall, und bewahrte noch selbst bei seinem Herabfall und in dem Becken, in welchem er sich ansammelte, einen Theil seines wundersamen Lichtes, so daß das Licht hierselbst als eine in einem Behälter auffangbare, wenn auch äußerst flüssige Materie erschien.

Wie aber der elektrische Strom in dem äußerst kleinen Zwischenraum der Kohlenspitzen an den beiden Endpunkten der elektrischen Leitungsdrähte das hellste künstliche Licht erzeugt, so kann, je nach der Menge des entwickelten elektrischen Stromes in einem engen Zwischenraume der beiden Poldrähte, durch das Ueberströmen der entgegengesetzten Elektrizitäten eine Hitze entstehen, welche selbst die des Knallgasgebläses bei der Erzeugung des Drummond'schen Lichtes überbietet. Bringt man in diesen engen Zwischenraum der beiden stark elektrischen Poldrähte statt der Kohle einen dünnen Platindraht, so dringt der elektrische Strom durch denselben hindurch und erhitzt ihn nicht nur bis zum Weißglühen, sondern auch bis zu einem Zusammenschmelzen. Bei einem weniger starken Strom kommt der Draht nur bis zum Glühen. Diese namentlich in sehr dünnen Drähten zu erzeugende elektrische oder galvanische Hitze hat

man bis jetzt praktisch schon mehr benutzt, als das elektrische Licht. Besonders wichtig ist die plötzliche Erhitzung eines Drahtes bei medizinischen Operationen und zwar im Innern des Körpers, um gefährliche Schäden ohne Schnitt und Blutung fortzuschaffen; man brennt sie jetzt durch den galvanisch erhitzten Draht schneller, sicherer und weniger schmerzhaft aus, als man es sonst durch ein Erhitzen des Drahtes mittelst Feuers oder gar durch Schnitte erreichen konnte. Ebenso bewirkt man jetzt die Sprengung von Felsen viel sicherer und gleichmäßiger dadurch, daß man die mit Pulver angefüllten Bohrlöcher mit Drähten versieht, welche durch den elektrischen Strom zwischen den beiden Poldrähten erhitzt werden.

38.

Das Selbstleuchten einiger Körper. Feuerzeuge.

Wir haben sowohl das Feuerungs- wie das Beleuchtungsmaterial so weit erfaßt, als wir es für unsere nächsten Interessen zu wünschen hatten. Dabei blieben aber noch manche Körper unbeachtet, welche sich durch ihre feuererregende Kraft vor allen andern auszeichnen und die daher zu Feuerzeugen vielfach in Anwendung gekommen sind. Außerdem giebt es noch Körper, welche sich durch ein größeres oder geringeres Leuchtungsvermögen auszeichnen, ohne daß dabei irgend eine Verbrennung stattfindet oder doch wenigstens eine so langsame, daß sie bei anderen Körpern durchaus nicht von einer Lichterscheinung begleitet sein würde.

Verweilen wir einige Augenblick bei den Selbstleuchtern, deren Leuchten weder durch eine Verbrennung, noch durch eine gesteigerte Erhitzung veranlaßt wird, so haben wir zuerst als die herrlichsten Selbstleuchter in dem unendlichen All die Gestirne zu bewundern. Wodurch ihr Licht sich erzeugt, kann die Wissenschaft nur durch Muthmaßungen beantworten, über welche wir uns in der Physik unterhalten werden. Dagegen ist das sogenannte Phosphoresciren vieler Körper ganz geeignet, nach unseren vorhergegangenen Unterhaltungen unsere Aufmerksamkeit zu fesseln.

Das Phosphoresciren tritt bei einigen Körpern theils nach einer Erwärmung, theils nach einer starken Beleuchtung derselben durch die Sonne ein. So erhält z. B. der Diamant und der Flußspath durch eine Erwärmung sowohl, wie nach einer Sonnenbeleuchtung die Eigenschaft, im Finstern zu leuchten. Der Flußspath behält diese eigenthümliche Eigenschaft oft viele Tage lang; wenn man ihn jedoch durch Erwärmung zum Leuchten bringen will, so hat man ihn nicht zu sehr zu erhitzen, weil er dann leicht, wie Kochsalz, durch den Verlust seines eingeschlossenen Wassers zerspringt und hiermit sein Leuchtungsvermögen verliert.

Wie der Diamant und der Flußspath, so leuchten auch einige Schwefelverbindungen, nachdem sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt worden, wie das Schwefelcalcium und das Schwefelbarium. Ersteres, auch nach seinem Entdecker Canton's Phosphor genannt, kann erhalten werden, wenn man 7 Theile Gypspulver mit 1 Theil Kohlenpulver genau vermengt, das Gemisch in einem Tiegel eindrückt, den Tiegel mit einem Dachziegel bedeckt und das Ganze einem Rothglühfeuer so lange aussetzt, bis der Tiegel weiß erscheint. Es verbindet sich hier der Sauerstoff der Schwefelsäure und des Kalks mit der glühenden Kohle und entweicht als Kohlenoxydgas und Kohlensäure, wobei sich dann der zurückbleibende Schwefel mit dem Kalkmetall (Calcium) zu Schwefelcalcium vereinigt. Die zusammengebackene weiße Masse leuchtet, wenn man sie einige Minuten dem Tageslichte ausgesetzt hat, darauf im Dunkeln mit einem schönen grünlichen Lichte, und muß zur öfteren Wiederholung dieses interessanten Experiments in einem Stöpselglase wohl verwahrt werden. Das Schwefelbarium, auch Bononischer Phosphor oder Leuchtstein genannt, wird auf eine ähnliche Weise aus Schwerspath dargestellt, und leuchtet, je nachdem das Präparat ausfällt, zuweilen mit der Leuchtkraft einer glühenden Kohle.

Aus dem Selbstleuchten dieser Körper ersehen wir, daß auch das Licht von einigen Körpern so aufgenommen wird, wie die Wärme, um es nachher auszustrahlen. Freilich ist die Lichtausstrahlung der genannten Körper noch eine sehr geringe; sollte es aber einmal der Forschung gelingen, eine solche Elementenverbindung zu finden, welche im Stande wäre, das Sonnenlicht nicht nur in größerer Menge einzusaugen, sondern auch mehrere Stunden

lang und zwar mit der Helligkeit einer Kerze auszustrahlen, so würden wir uns des wirklichen Sonnenlichtes, wenn auch in einem sehr geringen Maße, sogar noch dann erfreuen können, wenn die Nacht die Erde schon verhüllte. Jedenfalls gehört der Gedanke einer solchen Beleuchtungskunst nach den bisherigen Erfahrungen nicht zu den Hirngespinsten, zumal wir es schon aus dem Experiment des Pariser Optikers du Bosq ersehen haben, daß selbst das Wasser im Stande ist, unter einer starken Lichteinwirkung einen Theil des Lichtes zurückzuhalten, um es darauf allmälig wieder auszustrahlen. Was aber einer solchen Beleuchtung vor jeder andern den Vorzug geben würde, bestände darin, daß das Beleuchtungsmaterial hierbei sich nicht verminderte. Während wir uns jetzt nur eines künstlichen Lichtes erfreuen, welches durch eine fortdauernde Verzehrung des Brennmaterials durch den Sauerstoff der Luft erzeugt wird; ja während selbst zur Erzeugung eines fortdauernden elektrischen Lichtes, wie wir später sehen werden, nicht wenig von dem dazu erforderlichen Material an Kupfer und Zink in Folge von Kupfer- und Zinksalzbildungen sehr entwerthet würde, hätte man bei solchen vollkommenen Selbstleuchtern nur dafür zu sorgen, daß sie den Tag über sich gehörig am Tageslicht sättigen, um am Abend dieses Licht reichlich auszustrahlen.

Das Selbstleuchten der Johanniswürmchen, des Surinam'schen Laternenträgers, eines ostindischen Käfers, der Medusen im Meerwasser und vieler Infusorien mag zum Theil eine elektrische Ursache haben. Bei mehreren Infusorienarten (vgl. I, S. 148) hat Professor Ehrenberg, welcher sie durch ein Mikroskop beobachtete, gefunden, daß das Licht, welches sie umgiebt, nichts anderes ist, als die Vereinigung einer Menge elektrischer Fünkchen. Dagegen beruht das Selbstleuchten mancher Pilze und des faulen Holzes auf einem chemischen Prozeß, wie er auch beim Leuchten des Phosphors stattfindet und sich nicht immer als ein bemerkbarer Verbrennungsprozeß kundgiebt. Vielleicht mag in dem leuchtenden faulen Holz ebenfalls nur die Gegenwart von Phosphor, wenn auch in verschwindender Menge, das Leuchten bewirken. Besonders zeichnet sich das faule Holz des Faulbaums durch sein Leuchten im Dunkeln aus. Ebenso leuchtet der faule Rogen von Fischen; schüttelt man einen faul gewordenen Häringsrogen in einer Flasche mit Wasser und

gießt das Wasser darauf in eine andere Flasche klar ab, so wird dieses im Dunkeln zu leuchten im Stande sein. Dieses Leuchten ist hier nur aus den wenigen Phosphortheilchen zu erklären, welche das Wasser aus dem in Zersetzung begriffenen Häringsrogen aufgenommen hat. Wir werden etwas ähnliches bei einem Experiment mit dem Phosphor kennen lernen, welchen wir jetzt als eines der merkwürdigsten Elemente näher kennen lernen wollen.

Der Phosphor.

Das Selbstleuchten des Phosphors hat diesem Element seinen Namen gegeben; Phosphor heißt nichts anderes, als Lichtträger. Freilich zeichnet er sich außerdem noch ebenso durch seine leichte Entzündlichkeit aus, die schon durch eine schwache Reibung hervorgerufen wird.

Der Phosphor wurde im 17. Jahrhundert entdeckt und spielte zu damaliger Zeit keine geringe Rolle in den alchymistischen Wunderkünsten, welche entweder auf einen absichtlichen oder auf einem Selbstbetrug einer noch sehr mangelhaften Naturerkenntniß beruhten. Der Entdecker dieses Elementes war ein banquerottirter Hamburger Kaufmann. Derselbe wollte sein Mißgeschick durch die Goldmacherei heilen und so verfiel er auch nach vielerlei anderen vergeblichen Versuchen auf den Gedanken, das Gold im Harn zu suchen. Unter den vielen Experimenten, welche er mit dem Harn anstellte, machte er nun auch zufällig ein solches, wie es für die Darstellung des Phosphors erforderlich ist, und so war statt Gold ein Körper gefunden worden, welcher durch seine Eigenthümlichkeit die Aufmerksamkeit aller zu fesseln im Stande war. Obgleich nun der Entdecker, erfreut über seinen Fund, die Darstellung des Phosphors geheim hielt, um durch den Verkauf dieses Wunderkörpers sich wieder zu einem reichen Mann zu machen, so glückte es doch einem Chemiker damaliger Zeit, Kunkel, das Brandt'sche Geheimniß aufzufinden, worauf der Phosphor bald bekannter und der Gegenstand weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen wurde.

Die anfängliche Darstellung des Phosphors aus dem Harn bestand darin, daß man denselben bis zur Trockne verdunstete und

den Rückstand bei heftiger Glühhitze destillirte. Bei späteren Untersuchungen entdeckte man in dem Harn mehrere phosphorsaure Salze, besonders phosphorsaures Ammoniak und phosphorsaures Natron, und konnte sich nun hier die Bildung des Phosphors aus seiner Säure dadurch erklären, daß einige kohlenstoffhaltige Bestandtheile des Harns sich bei der Glühhitze verkohlten und daß dabei die Kohle die Phosphorsäure reducirte, d. h. ihr den Sauerstoff entzog, wobei der Phosphor frei wurde und in die mit kaltem Wasser gefüllte Vorlage überdestillirte. Daher fand man auch, daß noch ein Zusatz von Kohlenpulver zu den Harnsalzen die Bildung des Phosphors sehr beförderte. Im Ganzen blieb jedoch diese Gewinnung eine sehr umständliche, bis man auch die Phosphorsäure in den Knochen entdeckte, und nun, wie noch jetzt, den Phosphor aus dem phosphorsaurem Kalk der Knochenerde durch eine Destillation mit Kohle herstellt. Da die Destillation des Phosphors indessen nur bei der Glühhitze erfolgt, dann aber dazu, außer einer mit einer metallenen Gasleitungsröhre versehenen irdenen Retorte, noch mehrere andere Apparate gehören, so läßt sie sich nicht versuchsweise im Kleinen ausführen, weshalb auch wir uns nicht bei der Beschreibung seiner Darstellung weiter aufhalten, sondern uns sofort an seine Eigenschaften wenden wollen.

Der Phosphor erscheint im Handel in kleinen Stangen; er ist durchscheinend von gelblicher Farbe und bei gewöhnlicher Temperatur biegsam wie Wachs. Seiner leichten Entzündlichkeit wegen muß er stets unter Wasser aufbewahrt werden, wie er denn auch nur unter Wasser geschnitten werden darf, da er sich durch die Wärme der Hand und die Reibung leicht entzündet, wo er dann lebensgefährliche Brandwunden verursachen kann. Schüttelt man ein Stückchen Phosphor mit Aether, etwa 1 Gran mit ½ Loth, längere Zeit, so löst der Aether den Phosphor auf. Bringt man einen Tropfen von dieser Auflösung auf die Hand und vertheilt ihn durch schnelles Reiben auf die beiden Handflächen, so werden diese beim Reiben im Dunkeln leuchten, indem sich das hier vertheilte Theilchen Phosphor mit dem Sauerstoff der Luft unter einer Lichterscheinung verbindet, ohne bei seiner geringen Menge in der Lösung eine bemerkbare Wärme, geschweige eine gefährliche Entzündung zu erzeugen. Freilich darf die Hand nicht die geringste

Verletzung besitzen, weil schon ein verschwindendes Theilchen des Phosphors in Berührung mit dem lebenden Blut ausreicht, dieses Blut rettungslos zu vergiften und zwar durch den chemischen Prozeß der Ansteckung, wie wir ihn unter anderem auch bei der Besprechung der Hefe (I, S. 313 u. 314) kennen gelernt haben.

Wenn der Phosphor längere Zeit in Berührung mit der Luft bleibt, so erleidet er ebenfalls eine solche langsame Verbrennung, wo, wie beim faulen Holz, zwar ein Leuchten, aber keine Wärmeentwickelung sich bemerkbar macht. Bei dieser Verbrennung wird er zu phosphoriger Säure, welche aus 1 Atom (32 Gewichtstheilen) Phoshor und 3 Atomen (3 mal 8 Gewichtstheilen) Sauerstoff besteht. Diese phosphorige Säure nimmt doch allmälig noch mehr Sauerstoff auf und wird so zu Phosphorsäure (1 Atom Phosphor und 5 Atome Sauerstoff) unter Mitwirkung der Luftfeuchtigkeit, welche sie begierig an sich zieht. Wird die so gewonnene flüssige Phosphorsäure von ihrem Wasser durch ein starkes Abdampfen befreit und darauf geglüht, so erhält man nach dem Erkalten der geschmolzenen Masse die feste glasige Phosphorsäure, welche 1 Atom chemisch gebundenes Wasser enthält. Ungleich schneller entsteht die Phosphorsäure aus dem Phosphor, wenn man denselben auf einer Schale anzündet und eine hohe Glasglocke über das brennende Stück stülpt, damit nicht die als Rauch aufsteigende Phosphorsäure verloren gehe. Der Phosphor verbrennt hier mit einem starken Glanz, der aufsteigende weiße Rauch verdichtet sich an den Wandungen der Glocke wie ein weißer lockerer Schnee und bildet in diesem Zustande die wasserleere Phosphorsäure, welche, mit Anziehung der Luftfeuchtigkeit, schon nach wenigen Minuten zerfließt.

Sowohl bei der langsamen wie bei der schnellen Verbrennung des Phosphors bildet sich aus diesem erst das Phosphoroxyd von rother Farbe. Dieses Phosphoroxyd kann man durch folgendes interessante Experiment leicht erhalten. Man füllt ein tiefes Weinglas bis zur Hälfte mit heißem Wasser und wirft ein kleines Stück Phosphor hinein. Durch die Wärme des Wassers beginnt der Phosphor zu schmelzen, ohne sich jedoch entzünden zu können, da das Wasser noch nicht durch Phosphor, wie durch das Kalium unter einer Feuererscheinung zersetzt wird. Wenn man jedoch jetzt

vermittelst einer langen Glasröhre mit Vermeidung jedes Uebersprudelns Luft in das Wasser hineinbläst, ohne zur Vorsicht die Mündung der Röhre mit dem Phosphor in Berührung zu bringen, so verbrennt durch diese hineingeblasene Luft der Phosphor zu Phosphoroxyd, das als ein rothes Pulver im Wasser umherschwimmt.

Was den bekannten knoblauchähnlichen Geruch des Phosphors betrifft, so tritt derselbe besonders bemerkbar bei der langsamen Verbrennung des Phosphors auf, wo sich phosphorige Säure bildet. Ueberhaupt sind die weißen Dämpfe, welche man im Dunkeln von einem leuchtenden Stück Phosphor, wie von den Phosphorzündhölzern und von allen mit Phosphor bestrichenen Gegenständen aufsteigen sieht, nichts anderes, als phosphorige Säure. Das Einathmen dieser Dämpfe kann nur in ihrer Menge schädlich sein, und zwar deshalb, weil der Phosphor hier noch nicht vollständig verbrannt oder, mit andern Worten, noch nicht sein vollstes Maß Sauerstoff (5 mal 8 Gewichtsth. Sauerstoff auf 32 Gewichtsth. Phosphor) aufgenommen hat.

Ist der Phosphor vollständig verbrannt, so kann er auch nicht weiter eine giftige Wirkung äußern, die eben in seiner Begierde besteht, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Es kann uns daher auch nicht wundern, wenn der völlig verbrannte Phosphor, d. h. die Phosphorsäure in einer so geringen Menge, als erforderlich ist, ein Glas saure Limonade zu bereiten, durchaus nicht giftig wirkt, während der Phosphor in diesen wenigen Gran Phosphorsäure, in seinem unverbrannten oder eben brennenden Zustande genossen oder in eine Wunde gebracht, sich als ein furchtbar tödtendes Gift erweisen würde. Freilich hat, beiläufig bemerkt, nicht immer ein völliges Verbrennen eine Entgiftung eines giftigen Elementes zur Folge. Das verbrannte Arsenikmetall, nämlich die weiße zuckerähnliche arsenige Säure und die Arsenikſäure, ist z. B. ein ungleich heftigeres Gift, als das unverbrannte Arsenikmetall, der bleigraue sogenannte Scherbenkobalt oder Fliegenstein; andererseits kann ein ungiftiges Element, wie Schwefel und Stickstoff, giftige Sauerstoffverbindungen liefern, wie die schwefelige und die Schwefelsäure und ebenso die salpetrige und Salpetersäure. Die Ursachen der Giftigkeit die-

ser und jener Elemente hat die Chemie bis jetzt nur zum Theil erklären können.

Kehren wir nach diesen auch in der Chemie der Künste und der Gewerbe wichtigen Bemerkungen zu der leichten Entzündlichkeit des Phosphors zurück, so müssen wir noch erwähnen, daß eine Selbstentzündung des Phosphors eintritt, wenn man ihn mit Kohlenpulver bestreut, weil das Kohlenpulver überhaupt Gase, also auch den Sauerstoff einsaugt und unter Wärmeentwickelung so verdichtet, daß er ungleich schärfer auf den Phosphor einzuwirken vermag. Diese Selbstentzündung des Phosphors muß also noch schneller in Berührung mit Platinschwamm eintreten, welcher die Sauerstoffverdichtung in einem noch höheren Maße besitzt; ja schon in der Umhüllung von Fließpapier vermag sich der Phosphor bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur zu entzünden, insofern auch das Fließpapier durch seine Poren mehr Sauerstoff dem Phosphor zuführt.

Gießt man mehrere Tropfen von der Auflösung des Phosphors in Aether auf feines Druckpapier, so wird dieses nach der Verflüchtigung des Aethers sich sofort entzünden in Folge der höchst feinen Zertheilung des Phosphors in den Poren des Druckpapiers. Außer in Aether ist der Phosphor auch in fetten Oelen löslich, die er ebenfalls im Dunkeln leuchtend macht; wenn man jedoch einige Tropfen eines ätherischen Oeles, z. B. Terpenthinöl, dieser Auflösung zugießt, so hört ihr Leuchten merkwürdiger Weise auf. In der größten Menge wird der Phosphor von dem sogenannten Schwefelalkohol, einer flüssigen Verbindung von Schwefel und Kohlenstoff, aufgelöst. Im Licht wird diese Auflösung orangeroth; benetzt man Papier damit, so entzündet es sich von selbst. Aus dieser Auflösung scheidet sich der Phosphor nach einiger Zeit in schönen und zwar durchsichtigen Krystallen aus, so daß er also hier wieder ganz anders erscheint, als in dem gewöhnlichen Zustande.

Merkwürdig ist die Umwandlung des Phosphors in eine rothe, weniger leicht entzündliche und nicht leuchtende Substanz, sobald er in ausgekochtem, luftleerem Wasser oder in Alkohol längere Zeit dem Licht ausgesetzt wird. Obgleich der Phosphor in Wasser unlöslich ist, so bleibt doch dem Wasser, in welchem er lange Zeit

gelegen hat, eine gewisse Leuchtkraft zurück, wenn es in einer wohl verkorkten Flasche geschüttelt wird. Wenn man aus schwarzem Papier eine Figur ausschneidet und diese auf die Flasche klebt, so wird hierdurch das Zauberkunststück einer leuchtenden Figur im Dunkeln hervorgerufen, sobald man das Wasser geschüttelt hat. Man hat es sich jedoch noch nicht genügend erklären können, warum dieses Leuchten auf einige Zeit schwindet, sobald man die Flasche öffnet und die äußere Luft mit dem Wasser in Berührung bringt. Dieses Wasser enthält etwas Phosphorwasserstoffgas, von welchem es ein nicht entzündliches, nach faulen Fischen riechendes, und ein leicht entzündliches Gas giebt, welches letztere man auch als die Ursache der Irrlichter betrachtet hat.

Es würde uns zu weit führen, die bald leichte, bald schwere Entzündlichkeit des Phosphors noch in seinen Verbindungen mit andern Elementen zu verfolgen; nur in Betreff dessen, wie sich der Phosphor gegen den ihm ähnlichen, doch ungleich weniger energisch wirkenden Schwefel verhält, müssen wir noch erwähnen, daß sich diese beiden Elemente mit einer Feuerentwickelung und Explosion chemisch verbinden, wenn sie unter Wasser zusammengeschmolzen werden, weshalb denn auch ein derartiges Experiment durchaus nicht empfohlen werden kann. Der reine Schwefelphosphor ist eine wasserhelle Flüssigkeit, von der einige Tropfen auf Fließpapier getröpfelt, dasselbe in der Wärme sofort entzünden. Eine Lösung dieses Schwefelphosphors in Aether leuchtet bei der Verdunstung desselben noch einmal so stark, als die einfache Phosphorlösung, weshalb auch einige Tropfen dieser Schwefelphosphorlösung bei ihrer Verflüchtigung im Dunkeln wie eine Flamme erscheinen, ohne hier indessen, ebenso wenig wie die ätherische Phosphorlösung, entzündlich zu sein.

So viel über die Eigenschaften des Phosphors, der mit seinem Licht und Feuer eine nicht geringe Rolle in den Gespenstergeschichten des vorigen Jahrhunderts gespielt hat, bis er bei einer allgemeiner verbreiteten Naturerkenntniß endlich als ein vortrefflicher Feuererzeuger seine Anwendung fand.

Die Menge des Phosphors in dem phosphorsauren Kalk der Knochen beträgt bei einem Erwachsenen etwa 1½ Pfund. Die Menge des Phosphors in den übrigen Bestandtheilen des Körpers

hat man noch nicht genau ermitteln können. Einige Naturforscher der neuesten Zeit wollen entdeckt haben, daß der Phosphor in unserem Gehirn das geistige Leben bewirke. Es soll sich nach dieser Entdeckung das Gedankenleben in einem chemischen Prozeß zu erkennen geben, und zwar deshalb, weil man bemerkt hat, daß sich nach jeder geistigen Thätigkeit mehr, als nach einem gedankenlosen Zustande, Phosphor als Phosphorsäure, an Ammoniak und andere Basen gebunden, in dem Harn vorfindet. Mag nun aber auch dieser Ueberschuß an Phosphor sich in den Harn aus einem angestrengten Gehirn ausscheiden, so ist doch der moderne philosophische Satz: „Ohne Phosphor kein Gedanke!" vielleicht ein ärgerer Spuk, als ihn der Phosphor in der Zeit seiner Entdeckung unter den Unwissenden anrichten konnte. In der That, so wenig wir den Schweiß, der uns bei heftigen Gemüthsbewegungen von der Stirn träufelt, als die Ursache, sondern vielmehr als die Wirkung unserer Gemüthserregungen betrachten, so wenig wird der einfache schlichte Verstand in einer Phosphorausscheidung aus dem Gehirn die Ursache, sondern einzig und allein die Wirkung einer geistigen Anstrengung sehen können, wie denn überhaupt bei jeder Gelegenheit, wo unsere Organe eine gewisse Ermüdung, sei es durch körperliche, sei es durch geistige Anstrengung, erleiden, die Stoffe dieser Organe zum Theil einen Verbrauch und somit ein Absterben erleiden, um durch das aus der Nahrung sich erzeugende Blut wieder neu und frisch geschaffen zu werden. Wenn ohne Phosphor, so auch ohne Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Schwefel kein Gedanke, so am Ende auch kein Gedanke, wo überhaupt nur irgend etwas unserem Körper fehlte, wodurch derselbe auf eine uns noch unenträthselte Weise der Träger eines belebenden und beseelenden, ja eines Gedanken schaffenden Etwas ist. Doch der Phosphor leuchtet unter Umständen, wo andere Elemente in ihrer Dunkelheit verharren, er leuchtet schon bei einer unmerklichen Reibung, und Licht und Geist hat man stets so gern für etwas Verwandtes betrachtet; da traf es sich gerade, daß man den Phosphor auch als einen Ausscheidungsprozeß bei einem angestrengten Denken entdeckte, und siehe da — das Hirngespinst von der geisteserzeugenden Kraft des Phosphors tauchte auf, um nun so lange eine Anzahl von grübelnden Köpfen als eine unleugbare Wahrheit zu beglücken, bis sich ihnen

noch etwas Unterhaltenderes in dieser Weise bietet. Wir wollen uns aber um so weniger durch das Selbstleuchten des Phosphors blenden lassen, als wir diese wundersame Eigenschaft auch an einigen anderen Körpern mit Ruhe betrachtet haben, und nun, zur Würdigung unserer Feuerzeuge, den übrigen dazu erforderlichen Körpern eine kurze Aufmerksamkeit schenken.

Der Schwefel.

Dieses Element ist schon seit den ältesten Zeiten bekannt und hat daher in allen feurigen Schreckensgeschichten sowohl in der Unter- als Oberwelt keine geringe verderbliche Rolle gespielt, obgleich diese Ehre dem Phosphor mehr gebührte. Freilich ist er viel verbreiteter als der Phosphor; außerdem hat aber noch der Umstand seine gefürchtete Bedeutung begründet, daß ihn die feuerspeienden Berge in nicht geringer Menge auswerfen. So findet sich der Schwefel zu Solfatara am Vesuv in so bedeutender Massenhaftigkeit vor, daß ganz Europa seinen Bedarf daran von dorther beziehen könnte, ohne jene Menge so leicht zu erschöpfen.

Sehr viel Schwefel wird indessen auch noch aus den Verbindungen des Schwefels mit Metallen, den Kiesen und Blenden, durch eine Destillation derselben in großen cylindrischen Gefäßen gewonnen. Der Schwefel ist nämlich, wie der Phosphor, in einer sehr gesteigerten Hitze flüchtig; deshalb trennt sich in dieser Hitze ein Theil Schwefel von dem Metall, z. B. dem Schwefelkies (Doppelt-Schwefeleisen), steigt als pomeranzenfarbiges Gas in dem Destillirgefäß empor, verdichtet sich jedoch bald in der Vorlage zu einer starren Masse, welche noch nachträglich durch Umschmelzen gereinigt und dann in Stangen ausgegossen wird (Stangenschwefel). Läßt man die Schwefeldämpfe in eigenen Vorrichtungen sich schnell abkühlen, so erstarren sie zu einem feinen, gelben Pulver, den sogenannten Schwefelblumen. Der graue Schwefel oder Roßschwefel ist nichts anderes, als ein durch erdige Beimengungen schmutziger Schwefel, der bei der Reinigung des Schwefels zurückbleibt. An mehreren Orten Deutschlands gewinnt man Schwefel auch beim Rösten arsenikhaltiger Schwefelerze. Dieser Schwefel ist von Arsenik verunreinigt.

Daß der Schwefel auch krystallinisch erscheint, und wie man solche Schwefelkrystalle darstellen kann, haben wir schon früher (I, S. 22) gesehen; ein solcher krystallinischer Schwefel ist durchscheinend und selbst durchsichtig. Wenn man ein Stück Schwefel reibt oder erwärmt, so wird er elektrisch; daher auch sein Knistern und Zerspringen, wenn man ihn in der warmen Hand hält. Er leuchtet und zwar mit einem schwachen blauen Licht im Dunkeln, wenn er, z. B. auf warme Ziegelsteine gestrichen, verdunstet. Wird er bis zu der Hitze des siedenden Wassers erwärmt, so schmilzt er. Eine eigenthümliche Veränderung erleidet er aber, wenn man seine Erhitzung steigert. Er bräunt sich dann, verliert seine Flüssigkeit und wird so zähe und dick, daß man das Gefäß umwenden kann, ohne daß er herausfließt. Beim Erkalten verschwindet die dunkle Farbe, die Masse kehrt allmälig in den flüssigen Zustand zurück und erstarrt aufs neue, wenn sich der Schwefel unter seinem gewöhnlichen Schmelzpunkt abgekühlt hat. Schmilzt man dagegen den Schwefel längere Zeit und gießt ihn darauf ins Wasser, so erhält man eine bräunliche, weiche, zähe und elastische Masse, die erst nach einiger Zeit wieder gelb und hart wird. Diese Eigenschaft des Schwefels macht ihn unter Umständen zu einem guten Kitt und zu einer ebenso guten Abdrucksmasse. Es versteht sich indessen von selbst, daß der schmelzende Schwefel in den erhöhteren Hitzegraden auch fortdauernd Schwefeldämpfe erzeugt, welche durch die Annäherung einer Flamme oder auch schon durch eine warme Luft sich entzünden und mit blauer Flamme zu der gasförmigen schwefeligen Säure verbrennen, welche so erstickend und zerstörend auf die Athmungsorgane wirken.

Wie indessen der Sauerstoff der Luft den Schwefel so leicht verbrennen macht, so entzündet andererseits auch der Schwefel, besonders im gasförmigen Zustande, das Eisen, Kupfer, Silber und mehrere andere Metalle, denn Verbrennen ist ja nichts anderes, als eine chemische Verbindung zweier Elemente unter Feuererscheinungen, wie wir es auch schon bei dem Verbrennen des Antimons in Chlorgas (vgl. I, S. 41, 42) gesehen haben. Zur Veranschaulichung dessen wollen wir uns hier noch mit einigen sehr interessanten Experimenten unterhalten.

Man erhitzt Schwefelblumen in einem Glaskolben über der

Flamme einer Weingeistlampe, bis der Kolben von gelben Schwefeldämpfen angefüllt erscheint; bringt man nun einige sehr dünn ausgewalzte Kupferblätter hinein, so entzünden sich diese und brennen mit vielem Glanz, wobei sich Schwefelkalium bildet. Die atmosphärische Luft kann hier nicht so leicht in den Kolben eindringen und das Schwefelgas verbrennen lassen, da dies gegen 6 mal schwerer als die Luft ist, und nicht allein bei seiner Entwickelung die Luft aus dem Kolben hinausdrängt, sondern auch den inneren Raum des Kolbens behauptet.

Mischt man Kupferfeile mit Schwefelpulver und erhitzt dies Gemisch in einem kleinen Kolben oder Probirglase über einer Spiritusflamme, so tritt ebenfalls unter einem Erglühen die chemische Verbindung von Kupfer und Schwefel ein, und dieses Erglühen dauert noch einige Zeit, wenn man die Lampe schon entfernt hat.

So besitzt auch Eisen eine große Begierde, sich mit Schwefel chemisch zu verbinden; ja sie wirken schon bei der gewöhnlichen Luft auf einander, wenn sie zugleich mit Wasser in Berührung kommen. Macht man aus Eisenfeilspähnen mit halb so viel Schwefel und mit Wasser einen dicken Teig, dessen Gewicht mehrere Pfund beträgt, so fängt die Masse nach einigen Stunden an, warm zu werden und wird endlich so heiß, daß sie sich entzündet. Diese Mischung macht man auch zur Darstellung eines künstlichen feuerspeienden Berges. Gräbt man nämlich 50 und mehr Pfund von jenem Gemisch mehrere Fuß tief in die Erde und stampft letztere darüber etwas fest, so wird sich die Masse bis zum Glühen erhitzen, die Erde durchbrechen und wie ein vulkanisches Feuer emporsteigen. Freilich schleudern die natürlichen Vulkane kein Schwefeleisen heraus.

Wie Schwefelmetalle durch Berührung des Schwefelwasserstoffs mit den Metallen entstehen, haben wir schon früher (I, S. 44) kennen gelernt. Ueberhaupt ist die große Anziehungskraft der Metalle und des Schwefels die Ursache, das es in der Natur so viele Schwefelerze giebt, wie wir solche noch später bei den Metallen näher kennen lernen werden. Im Ganzen verhält sich hier der Schwefel vielen Elementen gegenüber, wie der Sauerstoff. So bildet z. B. der Schwefel mit dem Arsen eine Säure und mit dem

Natronmetall (Natrium) eine Base, die sich dann wieder mit einander zu einem Salz, dem arsenschwefelichten Schwefelnatrium vereinigen.

Das allerfeinste Schwefelpulver ist die sogenannte Schwefelmilch, welche durch eine chemische Ausscheidung des Schwefels aus einer Schwefelverbindung gewonnen wird. Dieser so gefällte Schwefel hat nur eine medizinische Bedeutung.

Die Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff als schwefelige Säure wird einfach durch Verbrennung des Schwefels erhalten; zu Schwefelsäure kann jedoch die schwefelige Säure erst dann werden, wenn sie mit einem Körper in Berührung tritt, dem sie einen noch fehlenden Antheil (Atom) Sauerstoff zu entziehen vermag. Ein solcher Körper ist die Salpetersäure.

Wir haben schon früher bei der Essiggewinnung (vgl. I, S. 324, 325) gesehen, welch eine schöne Selbstverleugnung die Körper in ihrer chemischen Thätigkeit für einander beweisen. Wie die sogenannte Essigmutter in Berührung mit dem wässerigen Alkohol den Sauerstoff der Luft, mit welchem sie sich so gern selbst bleibend verbinden möchte, nur aufnimmt, um ihn sofort an den unbeholfenen Alkohol zu übertragen, so giebt die Salpetersäure in Berührung mit der schwefeligen Säure derselben nicht allein so viel Sauerstoff ab, bis aus der Salpetersäure Stickstoffoxyd geworden ist, sondern dieses Stickstoffoxyd, sonst sehr begierig, Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen und damit salpetrige Säure zu bilden, sorgt bei dem weiteren Zusammenkommen mit der schwefeligen Säure fortdauernd dafür, daß diese den noch fehlenden Antheil Sauerstoff erhalte, um zu Schwefelsäure zu werden; es nimmt daher dieses Stickstoffoxyd, ganz wie jene Essigmutter, beständig Sauerstoff aus der Luft auf, um ihn sogleich der unbeholfenen schwefeligen Säure abzutreten. Diese Eigenschaft besitzt aber auch, wie bei der Essigbildung, der Platinschwamm der schwefeligen Säure gegenüber, wiewohl er bekanntlich den Sauerstoff nur mehr mechanisch in sich einsaugt, um ihn darauf den Körpern abzugeben, welche nach einer chemischen, also ungleich innigeren Verbindung mit diesem Sauerstoff verlangen, ohne jedoch aus eigenem Antrieb eine Vereinigung mit ihm eingehen zu können.

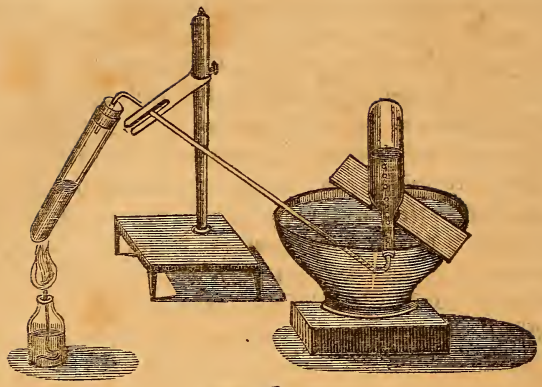
Diese Eigenschaften hat man nun auch für die Darstellung

der Schwefelsäure zu beachten. In großen Schwefelsäurefabriken, wo täglich einige hundert Centner Schwefelsäure dargestellt werden, wird der Schwefel in einem Ofen verbrannt, wo dann die aufsteigende schwefelige Säure durch eine weite Röhre in die Kammern tritt, die aus Bleiplatten erbaut sind. In diesen Kammern streicht zuerst die schwefelige Säure über Schüsseln, welche mit Salpetersäure gefüllt sind, worauf die entstandene Schwefelsäure mit Wasserdämpfen in Berührung tritt, die, in die Bleikammern hineingeleitet, dann verdichtet auf dem Boden dieser Kammern sich ansammeln. Hierauf wird sie abgelassen und von dem größten Theil ihres Wassers in Bleikesseln und dann in Glas- oder Platingefäßen abgedampft, um so als concentrirte oder englische Schwefelsäure in den Handel zu kommen. Das Blei wird erst von der concentrirten Schwefelsäure angegriffen, weshalb die wässerige Säure auch nur bis zu einer gewissen Stärke in den Bleikesseln abgedampft werden darf.

Die stärkste oder am wenigsten wasserhaltige Schwefelsäure wird durch Destillation aus dem Eisenvitriol gewonnen, welches jedoch vorher durch Erhitzung von seinem Krystallwasser befreit worden. Man nennt diese Schwefelsäure, welche vorzugsweise im Sächsischen gewonnen wird, Nordhäuser Vitriolöl.

Was den bekannten, nach faulen Eiern riechenden Schwefelwasserstoff betrifft, welcher auch Hydrothionsäure genannt wird, so entwickelt er sich ganz so wie der Wasserstoff, nur mit dem Unterschiede, daß man statt eines reinen Metalls ein leicht zersetzbares Schwefelmetall, etwa das künstlich dargestellte Schwefeleisen oder das Schwefelcalcium (Schwefelleber) mit einer verdünnten Säure, z. B. verdünnter Schwefelsäure übergießt, welche man durch Hineintröpfeln von 1 Theil Schwefelsäure in 5 Theile Wasser erhält. Eine gesättigte wässerige Auflösung dieses Gases läßt sich darstellen, wenn in mit destillirtem Wasser gefüllte Flaschen in einer pneumatischen Wanne (vergl. Figur 42) so lange Schwefelwasserstoffgas einströmt, bis $\frac{2}{3}$ Wasser ausgetrieben werden, hierauf die Flaschen noch unter Wasser verkorkt und unter öfterem Lüften des Stöpsels geschüttelt werden.

Indessen ist die Darstellung des Schwefelwasserstoffs wegen seiner Giftigkeit nicht denjenigen anzurathen, welche im chemischen



Figur 42.

Experimentiren noch wenig Uebung und Erfahrung besitzen und daher besser thun, sich das Schwefelwasserstoffwasser zu etwaigen Prüfungen von Flüssigkeiten auf giftige Metalle aus der Apotheke zu nehmen.

Unter den andern beachtenswerthen Verbindungen des Schwefels erwähnen wir noch den Schwefelkohlenstoff oder Schwefelalkohol, eine sehr flüchtige wasserhelle Flüssigkeit von sehr unangenehmem Geschmack und Geruch. Wird Schwefel mit Kautschuk zusammengeschmolzen, so verwandelt sich dieser in den vulkanisirten Kautschuk, welcher in neuerer Zeit eine so verbreitete technische Anwendung z. B. zu Bällen, Schläuchen, Schuhen u. s. w. gefunden hat.

So viel über den Schwefel und seine Verbindungen. Wie die Natur im Pflanzen- und im Thierreich, so hat sie auch auf dem Gebiet der sogenannten todten Natur gewisse Uebergänge geschaffen, von denen sich schwer bestimmen läßt, zu welcher Gruppe man sie zu zählen hat. In vieler Beziehung ist der Schwefel dem Phosphor ähnlich. Dem Phosphor schließt sich wieder in der Aehnlichkeit das Arsenikmetall (Arsen) an, und doch besitzt letzteres so weit einen metallischen Charakter, daß man es nicht gut dem nichtmetallischen Phosphor in der Gruppirung der Elemente anreihen kann. Aber auch zwischen dem nichtmetallischen Schwefel und den Metallen giebt es einen sehr deutlichen Uebergang.

Dem Schwefel hier zunächst steht ein schwarzgraues, etwas glänzendes Element, Selen genannt, das sich zuweilen in dem rohen Schwefel und unter anderem in einigen Bleierzen (Selenblei) vorfindet. Das Selen brennt, wie der Schwefel, wenn es angezündet wird, mit einer blauen Flamme, verbreitet dabei aber einen charakteristischen Rettiggeruch, der von dem sich hierbei bildenden Selenoxydgas herrührt; in dem rothen Bodensatz bei mancher Schwefelsäure pflegt auch Selen enthalten zu sein.

Metallischer jedoch als das Selen ist das Tellur, das ebenso selten in der Natur vorkommt; es ist im reinen Zustande glänzend und silberweiß, verbrennt jedoch, wie der Schwefel mit blauer Flamme. Einige metallische Tellurverbindungen, obgleich an sich geruchlos, ertheilen selbst bei dem Verschlucken von ¼ Gran dem Athem wie der ganzen Ausdünstung oft für mehrere Wochen einen so ekelhaften Geruch, daß das Verbleiben in der Nähe eines solchen Patienten fast zur Unmöglichkeit wird, und hierin nähert sich dieses Element ebenfalls nicht allein dem Schwefel, sondern auch dem Phosphor und Arsen, die, wie wir schon früher gesehen haben, mit einigen Kohlenwasserstoffverbindungen mehrere der abscheulichsten Geruchsstoffe geben.

Gehen wir nun zu einer kurzen Unterhaltung über die Feuerzeuge über, so begreifen wir, wie die Phosphorschwefelhölzchen alle früheren Arten von Zündmaterialien verdrängen konnten. In der That giebt es nichts Einfacheres zur Erzeugung des Feuers, als das Bestreichen jeder beliebigen rauhen Fläche mit einem solchen Streichhölzchen; es spricht sich hierin so unverkennbar der bedeutende Abstand unserer Kultur von der Unkultur der Wilden aus, welche das Feuer zwar auch durch Reibung erzeugen, jedoch, bei ihrem so unkünstlerischen Zündmaterial von zwei vollständig ausgedörrten Holzstücken auf eine so barbarisch anstrengende Weise, daß es uns wahrhaft nicht nach dieser ebenso allereinfachsten wie auch allerschwierigsten Feuererzeugung verlangt. Wie viel Kulturstufen und Erfahrungen innerhalb jeder dieser Kulturstufen hatte die in einer fortdauernden Entwickelung begriffene strebsame Menschheit durchzumachen, bis man zur Entdeckung und dann zu der betreffen-

den Anwendung des Phosphors nebst dem Schwefel als Zündmaterial gelangte!

Versuchen wir es, eine Vorstellung von der Entwickelungsgeschichte der feuererzeugenden Kunst überhaupt zu gewinnen, indem wir einige Arten betrachten, in welcher man den Phosphor und einige andere Feuerzeuge in Anwendung gebracht hat.

Als Phosphorfeuerzeug in der älteren Gestalt hat sich am längsten ein Gemisch von rothem Phosphoroxyd, Phosphorsäure und unverbranntem Phosphor in Gebrauch erhalten. Dieses Gemisch wurde dadurch bereitet, daß man ein Stückchen Phosphor in ein mit einem gläsernen Stöpsel versehenes Fläschchen legte, den Phosphor in demselben vermittelst eines heißen Drahtes anzündete und ihn so lange brennen ließ, bis er verlöschte oder bis er im Dunkeln ziemlich zu leuchten aufhörte, wo man dann die Flasche zustöpselte. Oder man stellte auch das Fläschchen, ohne den Phosphor anzuzünden und nur leicht mit Papier zugepfropft, auf einen warmen Stubenofen, und ließ es so lange dort stehen, bis der Phosphor rothbraun geworden war. An diesem rothbraunen Phosphor entzündete man nun gewöhnliche Schwefelhölzchen, indem man dieselben etwas derb in die Masse hineinstieß und schnell wieder herauszog. Eine Hauptsache bei diesem Feuerzeuge war es, daß das Fläschchen stets sorgsam verstöpselt werden muß, da die innere Masse bei ihrem Gehalt an Phosphorsäure begierig Feuchtigkeit aus der Luft anzog und so bald verdarb.

So leicht auch dieses Feuerzeug unbrauchbar wurde, so hatte es doch schon einen bedeutenden Vorzug vor einem früheren Phosphorfeuerzeuge. Hier war nämlich ein Stückchen Phosphor in Weißblech eingefaßt, daß an seiner offenen Stelle mit einem Deckel verschlossen wurde. Um hieran Feuer zu erzeugen, mußte man mit einem Schwefelhölzchen so auf den Phosphor drücken, daß davon etwas an dem Schwefel haften blieb, worauf man nun das Schwefelhölzchen an einem zu dem Feuerzeug gehörenden Kork rieb, um es zu entzünden.

Endlich hatte man auch ein Stückchen Phosphor in Verbindung mit ebenso viel Schwefel in einem ätherischen Oel, wie Terpenthinöl, aufgelöst und zwar in einem kleinen, mit einem Glasstöpsel versehenen Fläschchen. Das Bequeme an diesem Feuerzeug

lag darin, daß man nur einen gewöhnlichen Holzspahn oder einen Papierfidibus in diese Masse zu stecken brauchte, welcher sich dann beim Herausziehen sogleich entzündete.

In ähnlicher Weise kam nun auch fast gleichzeitig das sogenannte Firfeuerzeug in Anwendung. Man rieb hierzu 30 Theile des so leicht explodirenden chlorsauren Kali's (vgl. I, S. 43, 49) mit etwas Wasser zu einem feinen Pulver an, mengte darauf, ebenfalls mit Wasser, 5 Th. arabisches Gummi und 8 Th. Zucker hinzu und versetzte dann das Ganze mit 10 Th. Schwefelpulver. Diese als ein feuchter Brei durchmischte Masse färbte man noch mit 2 Th. Zinnober und tauchte nun in dieselbe Schwefelhölzchen so ein, daß auf dem Schwefel eine dünne Decke davon hängen blieb, worauf die Zündhölzchen getrocknet wurden. Diese Zündhölzchen brauchte man nur mit der äußersten Spitze in Nordhäuser Schwefelsäure zu tauchen, um ihre Entzündung hervorzurufen; zu diesem Ende wurde in kleinen gut verschließbaren Fläschchen Asbest mit Nordhäuser Schwefelsäure getränkt, damit die Hölzchen nicht zu tief eingetaucht werden konnten.

Dies Feuerzeug behauptete sich, wie die Phosphorfläschchen, bis auf die neuere Zeit, um endlich von den Phosphorzündhölzchen vollständig verdrängt zu werden. Die Zündmasse wird hierzu jetzt meist aus gleichen Theilen Salpeter und Mennige, 4 Theilen arabischem Gummi, 1¾ Theilen Phosphor und 4 Theilen Wasser bereitet. Um den Schwefel an den Hölzchen zu vermeiden, dessen Verbrennen mit der Phosphormasse einen für viele Personen sehr unangenehmen Geruch entwickelt, taucht man auch die Hölzchen vor der Behandlung mit der Phosphormasse so weit in geschmolzenes Stearin, als man sie sonst mit Schwefel versieht. Diese bilden die sogenannten geruchlosen Phosphorzündhölzchen.

Die Einführung dieses Feuerzeugs wurde dadurch sehr begünstigt, daß in Folge der mehrfachen Explosionen, welche bei der Bereitung der Zündmasse aus chlorsaurem Kali stattfanden, die Fabrikation dieses Feuerzeugs sich weniger empfahl. Dagegen haben auch die Phosphorstreichhölzchen, wenn auch nicht durch Explosionen, so doch durch ihre ungleich leichtere Entzündlichkeit sich keineswegs als ein weniger gefährliches Feuerzeug bewährt; dann kann aber das Publikum nicht genug darauf achten, daß es hier mit einem der

gefährlichen Gifte zu thun hat, welches seine unheilbare Wirkung schon so oft bewiesen, wo durch Unachtsamkeit etwas von diesem Phosphor in Speisen oder in eine selbst leichte blutende Hautverletzung kam.

So fanden selbst in neuester Zeit mehrere Unglücksfälle durch den Phosphor der Streichhölzchen statt, und zwar nur in Folge der Gewohnheit, dieselben mit weniger Scheu zu betrachten. Die Voraussetzung, daß ein augenblickliches Antupfen einer frischen Schnittwunde mit dem Phosphor eines Streichhölzchens das Bluten stillen könnte, bewog vor Kurzem den Küster einer Landkirche, der sich beim Rasiren eingeschnitten hatte und sich sogleich in die Kirche begeben mußte, den Versuch auszuführen; die Folge davon war jene unheilbare ansteckende Blutvergiftung, wie wir sie schon früher besprochen haben und die auch dem Leben des Unbedachtsamen in wenigen Stunden ein Ende machte. Aehnlich erging es fast zu derselben Zeit einem Reisenden auf der Eisenbahn, dem ein unmerkliches Stückchen Phosphor beim Anstreichen eines Zündhölzchens in eine leichte Verwundung seines Fingers gekommen war. Noch vor Erreichung der nächsten Station war dem Unglücklichen der Arm so angeschwollen, daß ein anwesender Arzt eine sofortige Amputation für die alleinige Rettung des Unglücklichen erklärte; diese Amputation konnte aber bei der Ankunft auf der Station nicht mehr mit der Aussicht auf eine Lebensrettung ausgeführt werden, da die Blutansteckung schon weiter gedrungen war, und der Kranke starb, noch ehe er seinen Bestimmungsort erreichte. Wie endlich selbst durch Verschlucken einer äußerst geringen Menge von der phosphorigen Zündmischung eine unheilbare Vergiftung herbeigeführt werden kann, darüber vermag uns ebenfalls einer der neuesten Unglücksfälle warnend zu belehren, bei welchem eine größere Anzahl von Personen im Badischen den Tod fanden, die von einer Milch genossen hatten, in welche ohne Wissen des Milchhändlers ein Bündchen Phosphorstreichhölzchen gefallen war; dadurch, daß sich nur ein Weniges, wie eine spätere Untersuchung ergab, von der phosphorigen Zündmasse abgelöst hatte, war die Milch schon zu einem tödtlichen Gift geworden. Nur wenn ein unmerkliches Theilchen Phosphor, ehe es noch bei dem inneren Genuß in das Blut gelangt, zu phosphoriger und zu Phosphorsäure verbrennt, verliert es seine tödtliche Wirkung. Dies

geschieht auch oft, wenn ein Stückchen brennender Phosphor auf eine gesunde Haut fällt, wo er beim Durchbrennen bis zu einer Ader in der Regel sich schon mit so viel Sauerstoff chemisch verbunden hat, daß er wohl sehr schmerzhafte Brandwunden, aber nicht immer eine unheilbare Blutvergiftung veranlaßt; daher können auch solche Brandwunden durch ein augenblickliches Auswaschen mit reinem Wasser und mit einem Liniment aus Leinöl und Kalkwasser im glücklichsten Fall beseitigt werden.

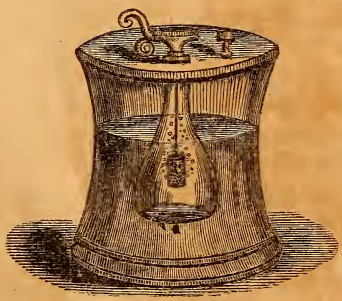
Diese bedeutende Giftigkeit des Phosphors neben seiner Feuergefährlichkeit hat auch endlich zur Erfindung der Streichhölzchen geführt, zu deren Entzündung ein besonderes Streichblatt gehört. Diese Streichhölzer sind mit einer ähnlichen Zündmischung wie die früheren mit chlorsaurem Kali bereiteten Stipphölzchen versehen, während das Streichblatt, meist auf den Streichholzschachteln angebracht, als eine das chlorsaure Kali leicht zersetzende Substanz angeblich amorphen oder gestaltlosen Phosphor enthält, d. h. einen Phosphor, welcher durch eine längere stärkere Erhitzung unter Vermeidung des Luftzutritts so weit verändert worden ist, daß er seine Leuchtkraft und seine allzu leichte Entzündlichkeit eingebüßt hat. Im Ganzen stimmt dieses Streichfeuerzeug mit dem früher mehr gebräuchlichen Friktionsfeuerzeug überein, das in Form von kleinen Brieftaschen erscheint, wo die mit chlorsaurem Kali, Schwefel, Spießglanz u. s. w. präparirten Zündhölzchen zwischen zwei rauhen Blättern gedrückt und schnell hervorgezogen werden, um Feuer zu geben; bei dem neueren Feuerzeug ist nur das explodirend entzündende chlorsaure Kali von den leicht entzündlichen Substanzen durch das Streichblatt und die Zündhölzchen getrennt. Da aber dem Publikum nichts über die Bequemlichkeit geht, so scheinen diese Verbesserungen die Phosphorstreichhölzchen, welche keines besonderen Streichblattes bedürfen, nicht verdrängen zu können; freilich stört auch das öftere Zerspringen der Zündmasse an jenen phosphorfreien Streichhölzchen.

Ueberlassen wir es indessen der Zukunft, über den größeren Werth des Phosphors und des chlorsauren Kali's als Zündmaterial zu entscheiden. So verschieden die chemischen Ursachen sind, wodurch beide das Feuer erzeugen, da, wie wir es schon bei der Darstellung des Sauerstoffs (I, S. 49) gesehen haben, das chlorsaure Kali nur

durch seine plötzliche Entladung von viel Sauerstoff auf eine leicht verbrennliche Substanz zündend wirkt, während der Phosphor nur seine Begierde nach einer Verbrennung auf andere schwerer entzündliche Körper überträgt, so verschieden wird sich auch das Urtheil des Publikums in Bezug auf ihre Anwendung behaupten. Wir aber wollen hier noch schließlich denjenigen Feuerzeugen einige Aufmerksamkeit schenken, durch welche die menschliche Kunst die Luft selbst zur Feuerspenderin gemacht hat.

Hierher gehört zunächst das bereits erwähnte pneumatische oder Luftfeuerzeug, welches am zweckmäßigsten in folgenden Einrichtung besteht. In einer kleinen metallenen Röhre läßt sich ein genau anschließender belederter cylindrischer Stempel oder Kolben auf- und niederbewegen. Das Ende der Röhre ist mit einem metallenen, genau luftdicht eingeschliffenen Pfropfen versehen, den man hinein- und herausdrehen kann; dieser Pfropfen enthält außerdem an seiner inneren Grundfläche ein Häkchen, an dem ein Stück Zunder oder Schwamm befestigt ist. Stößt man den Kolben in die Röhre schnell hinein, so entzündet sich der Zunder durch die aus der so plötzlich zusammengepreßten Luft frei werdende Wärme und kann nun, nach dem Zurückziehen des Kolbens, mit dem Pfropfen herausgedreht werden.

Auf einer ähnlichen Ursache beruht (vergl. die Zeichnung) die Döbereiner'sche Zündmaschine, auch Wasserstoff- oder Platinafeuerzeug genannt. Es wird hier nämlich Wasserstoff-



Figur 43.

gas durch verdünnte Schwefelsäure und ein an einem Draht herabhängendes Stück Zink erzeugt; der aus der Zersetzung des Wassers entstehende Wasserstoff steigt in einer bodenlosen Flasche empor und strömt beim Oeffnen des Deckelhahns aus einer feinen Spitze in eine kleine Kapsel mit Platinaschwamm, welcher die Eigenthümlichkeit besitzt, in seinen Poren den Sauerstoff der ihn umgebenden Luft zu verdichten; kommt nun der Wasserstoff mit diesem verdichteten Sauerstoff in Berührung, so muß er sich sofort mit ihm chemisch zu Wasser vereinigen, wodurch auch so viel Hitze erzeugt wird, daß sich ein Fidibus daran entzündet. Eine fortdauernde Entwickelung von Wasserstoff in dieser Zündmaschine wird dadurch vermieden, daß das Zinkstück etwas hoch hängt, so daß das sich ansammelnde elastische Gas die Säure leicht bis unter das Zinkstück zurückdrängen kann, wenn man es nicht ausströmen läßt.

Endlich hat man auch noch elektrische Feuerzeuge angefertigt; über diese wollen wir uns aber in der Physik unterhalten, wo sie dazu dienen werden, uns die Wunder der Elektrizität näher und reichhaltiger kennen zu lehren, da wir dieselben bisher nur beiläufig besprechen konnten.

39.

Das Schießpulver und andere explodirende Substanzen.

Obgleich man eine gewisse Unbeholfenheit des Verstandes damit zu bezeichnen pflegt, daß derselbe nicht das Schießpulver erfunden habe, so scheinen doch die ersten Erfinder dieses gewaltigen Unheils- und Kulturpulvers nicht nur ganz zufällig zu der Entdeckung desselben gekommen zu sein, sondern auch die Rolle, welche dies Pulver einst in der Geschichte der Völker spielen würde, durchaus nicht geahnt zu haben. Daß Salpeter auf Kohlen verpufft, muß in den ältesten Zeiten schon jedem bekannt gewesen sein, der den Salpeter kannte; somit lag denn auch der Versuch nahe, den Salpeter mit Kohle und zur leichteren Entzündung derselben mit Schwefelpulver zu mischen. So wurde eine so leicht entzündliche

und verpuffende Mischung zu sehr verschiedenen Zeiten schon bei vielen älteren Völkern Asiens, wie bei den Chinesen, den Indiern und Arabern erfunden, ohne daß man sie für den Zweck der Zerstörung zu benutzen und weiter zu vervollkommnen wußte, trotz der Vernichtungslust, in welcher jene älteren Völker den späteren durchaus nicht nachstanden.

Die erste kriegerische Anwendung von einer pulverähnlichen Mischung machten in Europa die Griechen im 7ten Jahrhundert; die Geschichte jener Zeit spricht von einem „griechischen Feuer", das Tod und Verderben den Feinden und ihren Werken bereitete. Später lernten die Araber als gute Chemiker den Salpeter reinigen, welcher sonst, mit andern nicht explodirenden Salzen verunreinigt, gebraucht wurde, und so brachten sie schon ein wirksameres Pulver zum Schrecken ihrer Feinde in Anwendung, wenn dieselbe auch meist nur in Sprengungen bestand. Den Arabern zunächst erkannten die Deutschen die Wirkungen des Salpeters in seiner Vermischung mit Kohle und Schwefel, und so wird berichtet, daß man schon im 12ten Jahrhundert das Pulver als Sprengungsmittel in den Bergwerken bei Goßlar brauchte, während die Chemiker der anderen europäischen Völker sich mehr damit begnügten, übertriebene Wundergeschichten von der explodirenden Kraft ähnlicher Mischungen zu erzählen. So meinte der berühmte englische Alchymist Roger Baco, welcher im 13ten Jahrhundert lebte, daß es eine explodirende Salpeter- und Schwefelmischung gebe, welche schon in der geringen Menge von der Ausdehnung eines Daumens ein Heer vernichten und eine Stadt zertrümmern könne, wenn man nur die Kunst ihrer richtigen Anwendung verstünde.

Hiernach bleibt nun in der That wenig von dem ausschließlichen Ruhm, das Pulver erfunden zu haben, für den deutschen Franziskanermönch Berthold Schwarz übrig; dennoch mag dieser, der im 14ten Jahrhundert zu Freiburg die Alchymisterei betrieben haben soll, nicht wenig zur Vervollkommnung der Pulverbereitung, wie auch zur Einführung von Schießgewehren beigetragen haben, da gerade zu seiner Zeit die Deutschen die ersten metallenen Feuerschlünde gossen und bald nachher der Markgraf von Meißen mit seinem Geschütz die Welt in Erstaunen setzte, worauf dann erst im übrigen Europa das Geschütz eingeführt wurde.

Im Ganzen läßt sich wohl annehmen, daß die denkenden Köpfe der früheren Zeit, welche sich mit der Erforschung der Naturkräfte beschäftigten und bei der Gelegenheit auch die Wirkung des Pulvers erkannten, sich gescheut haben, die kriegführende Welt mit der vernichtenden Kraft des Pulvers und dessen richtiger Anwendung bekannt zu machen; ebenso hat aber auch der ritterliche Ehrgeiz jener Zeit nicht mit einem an Hölle und Teufel erinnernden Experiment den Feind vernichten mögen, wo er den Sieg bloß durch die persönliche Tapferkeit kraft des Schwertes zu erlangen hoffte. Es mußten daher, obgleich das Pulver schon lange bekannt war, Jahrhunderte vergehen, bis man, nach theilweisen Versuchen damit, sich endlich auch dazu verleiten ließ, einen dauernden Gebrauch davon, und zwar zuerst mit Kanonen, zu machen. So pflegte man auch die ersten Kanonen, welche auch Karthaunen und Schlangen hießen, mit den scheußlichsten Figuren zu verzieren, als wollte man ihr dämonisches Vernichtungsspiel damit andeuten, und ebenso läßt auch wohl die Sage den Berthold Schwarz, wie zu einem gerechten Lohn für seine der Vernichtung dienende Erfindung, arm und hülflos in einem Gefängniß verschmachten, wohin ihn die Venetianer gebracht haben sollen, nachdem er sich von ihnen das Geheimniß der Pulverbereitung und der Feuerwaffen hatte entlocken lassen.

Die Erfindung der tragbaren Schußwaffen wurde erst später gemacht; doch erst im 16ten Jahrhundert kam man darauf, vermittelst des Feuersteins und Stahls das Pulver im Zündloch zu entzünden, nachdem man bis dahin sich einer brennenden Lunte dazu bedient hatte. Die bedeutendste Vervollkommnung fanden die Gewehre doch erst mit den neueren Erfindungen des Percussionsschlosses, der Spitzkugelgewehre und endlich der Zündnadelgewehre, wie denn auch unsere Zeit in der Vervollkommnung des schweren Geschützes das äußerste geleistet zu haben scheint, wenn wir die furchtbaren Wirkungen der Feuerschlünde erwägen, welche vor einigen Jahren bei der Belagerung von Sebastopol ihre Verheerungen entladeten.

Wenn die civilisirten Völker übrigens bei ihren gewaltigen Fortschritten in der Vernichtungskunst bis jetzt noch nicht dahin gekommen sind, sich nach Art derjenigen Thiere zu vertheidigen,

welche ihrem Feinde eine ekelhaft riechende Feuchtigkeit entgegenspritzen, so findet das seine Ursache noch in einer ähnlichen ehrenhaften Scheu, wie sie anfands das ritterliche Mittelalter gegen die Anwendung des Schießpulvers empfunden haben mag. Leider aber ist es nicht unwahrscheinlich, daß ein feigherziges entartetes Geschlecht späterer Zeit sich noch der furchtbaren Riechstoffe als Angriffs- und Schutzmittel bedienen werde, welche die chemische Forschung entdeckt hat, zumal man schon in unserer Zeit, wenn auch noch vereinzelt, sogenannte Stank- oder Stickkugeln zur Verbreitung widerlicher und schädlicher Dünste gegen den Feind in Anwendung gebracht hat und eine feile Spekulation fortdauernd bereit ist, die bisherigen furchtbaren Vernichtungsmittel noch durch neue ungewöhnlichere zu überbieten. Ueberlassen wir indessen die weitere Betrachtung alles dessen, was noch außer der explodirenden Kraft das Menschenleben und Menschenwohl in möglichst großer Massenhaftigkeit zu vernichten im Stande wäre und was in der Kriegführung noch zu den unehrenhaften Vernichtungsmitteln gerechnet wird, einer speciellen Liebhaberei für derartige Mordmittel.

Eine andere Würdigung verdient dagegen das Pulver, da nun einmal seine zerstörende Gewalt oder vielmehr deren klügere Anwendung nicht allein die europäischen Völker zur Weltherrschaft erhoben hat, sondern auch diese zerstörende Gewalt zu vielen der segensreichsten und großartigsten Schöpfungen der Menschen in Anwendung kommen kann. Es wird in letzter Beziehung das Pulver bei allen Gelegenheiten benutzt, wo es darauf ankommt, große Blöcke in Steinbrüchen abzulösen oder mächtige Steinmassen in Bergwerken, beim Eisenbahnbau u. s. w. wegzuräumen.

So wurde unter anderm bei dem Bau der Eisenbahn von London nach Dover eine Felsmasse von 375 Fuß Höhe unterminirt und durch Pulver fortgesprengt. Es wurde dazu eine Pulvermasse von mehr als anderthalb hundert Centnern gebraucht, welche in mehreren in den Kalksteinfelsen angelegten Pulverkammern und Minengängen vertheilt waren und durch einige tausend Fuß lange Kupferdrähte vermittelst einer starken galvanischen Säule oder Batterie entzündet wurden. Unter einem merkwürdiger Weise dumpfen Gekrach erhob sich im Augenblick der Entzündung die gewaltige

Felsmasse, welche weit in das Meer hineinragte, und wurde mit einer über jede Vorstellung gehenden Kraft weiter hinab ins Meer geschleudert, während sie noch einen Trümmerschutt zurückließ, welchen man später bei der Hinwegräumung auf eine Million Tonnen berechnete.

Betrachten wir die Wirkung des Pulvers, so besteht sie nur in der plötzlichen Entwickelung von Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenoxydgas und schwefeliger Säure, welche Gasarten zusammen sich zu einem tausendmal größeren Raume auszudehnen streben, als das Pulver einnahm. Zur Bildung der Kohlensäure, des Kohlenoxydgases und der schwefeligen Säure giebt die so leicht zersetzbare Salpetersäure des Salpeters ihren Sauerstoff her; wie bedeutend aber ihr Sauerstoffgehalt ist, ersehen wir daraus, daß sie auf 4 Maß Stickstoff 10 Maß Sauerstoff enthält, während in der atmosphärischen Luft auf 4 Maß Stickstoff nur 1 Maß Sauerstoff kommt. Außerdem aber ist der Stickstoff, welcher nach der Bildung jener Gase aus der Salpetersäure zurückbleibt, ein Gas, das sich durch keinen bekannten Druck in einem so engen Raume zusammengepreßt erhalten kann, wie ihn die Salpetersäure einnimmt, so daß durch sein plötzliches Freiwerden aus den Banden der chemischen Anziehungskraft eine Explosion bei einem störenden Widerstand entstehen muß. Das einzige unverflüchtbare Produkt aus dem Pulver ist das Kali des Salpeters neben etwas Schwefelkalium, welche beide die Feuchtigkeit der Luft anziehen, wobei das Schwefelkalium den bekannten Schwefelwasserstoffgeruch des Pulvers entwickelt.

Das Verhältniß von Salpeter, Kohle und Schwefel stimmt nicht in allen Pulversorten überein; man unterscheidet meist ein Kanonen- oder Stückpulver, ein Musketen- und Jagdpulver. Im Allgemeinen rechnet man aber 1 Theil Kohle und 1 Theil Schwefel auf 6 Theile Salpeter. Was den Salpeter betrifft, so haben wir schon früher über seine Gewinnung gesprochen. Für die Pulverbereitung muß der rohe Salpeter noch ganz besonders von seinen fremden Salzzumischungen, besonders von seinem Kochsalz, gereinigt werden. Das Kennzeichen eines guten Salpeters ist, daß er weiß und hell ist und nicht an der Luft Feuchtigkeit anzieht. Die Kohle wird dazu vorzüglich aus harzfreien, weichen Holzarten,

z. B. Faulbaum-, Linden-, Weidenholz u. s. w. vollständig ausgebrannt. Dieses geschieht in einer gehörigen Entfernung von den Pulvermühlen in besonderen Oefen. Je reiner die Kohle, desto bedeutender die Kraft des Pulvers. Ebenso muß endlich auch der Schwefel im möglichst reinen Zustande verwendet werden; von der Reinheit desselben hängt die Schnelligkeit der Entzündung des Pulvers ab. Man würde von Kohle und Salpeter allein zwar ein stärkeres, doch weniger sicher abbrennendes Schießpulver erhalten, denn unstreitig ist die schweflige Säure, welche durch die Verbrennung des Schwefels sich bildet, ein weniger stark sich ausdehnendes Gas.

Diese drei Ingredienzien werden für sich besonders gepulvert und dann in hölzernen Gefäßen zusammengemengt; dann bilden sie das Mehlpulver, wie es meist zu Feuerwerken in Anwendung kommt. Wird dieses Mehlpulver darauf mit Wasser stark angefeuchtet und zusammengestampft, dann gelind getrocknet und durch ein Sieb gedrückt, so erhält man das eigentliche Schießpulver in kleinen Körnchen, das endlich in freier Luft oder in besonderen Trockenstuben getrocknet und dann noch gesiebt wird, um feinere und gröbere Pulversorten zu erhalten. Das Jagd- oder Pürschpulver pflegt man auch noch zu poliren oder zu glätten, indem man damit ein Faß halb anfüllt und dasselbe dann einige Zeit um seine Are schwingt, wodurch die Pulverkörner runder und glatter werden; indessen ist die Kraft des geglätteten Pulvers oft bis um ein Viertel geringer, als des ungeglätteten.

Ein Pulver, in welchem die Ingredienzien gut mit einander vermischt sind, giebt, auf weißem Papier auseinander gestrichen, einen gleichförmig gefärbten Strich; ebenso ist eine blaugraue, etwas ins Röthliche spielende Farbe das Kennzeichen eines guten Pulvers. Der Vorzug eines gekörnten Pulvers vor dem staubigen, ungekörnten besteht ganz besonders in einer größeren explodirenden Kraft. Je lockerer das Pulver beisammen liegt, je mehr es also mit Luft erfüllte kleine Zwischenräume bietet, desto schneller und vollkommener verbrennt es, wobei die eingeschlossene Luft noch dazu dient, durch ihre eigene Erhitzung und Ausdehnung die explodirende Kraft zu erhöhen. Wir können dieses schon daraus ersehen, daß eine ungleich stärkere Entladung, ja sogar leicht ein Zerspringen

der Flinte erfolgt, wenn man bei der Ladung den Pfropfen nicht gehörig tief eingetrieben, so daß zwischen dem Pulver und dem Pfropfen noch ein kleiner mit Luft erfüllter Zwischenraum bleibt. Beim zu festen Laden wird dagegen ein großer Theil des Pulvers unverbrannt herausgetrieben, was man oft sieht, menn man eine Büchse über einem Schneefelde abfeuert.

Eine umständliche Auseinandersetzung aller Einzelnheiten bei der Pulverfabrikation und Pulveraufbewahrung würde uns zu weit führen; dagegen kann es für uns unter allen Umständen nur sehr wichtig sein, die Ursachen zu beachten, wodurch das Pulver sich entzünden kann. Man hatte unter den vielen Fällen, wo Pulvermühlen in die Luft gesprengt wurden, sich nicht die Ursache davon erklären können, da alle bekannten Vorsichtsmaßregeln zur Verhütung einer Pulverentzündung wahrgenommen worden waren, bis man entdeckte, daß auch durch eine starke Reibung der Kohle an Holz eine das Pulver entzündende Hitze erzeugt werden kann. Die Leichtigkeit, mit der durch die Reibung oder Streifung von Metall an harte Gegenstände sich ein Funken oder eine sehr gesteigerte Hitze erzeugt, erfordert die Beseitigung alles Metalls in der Pulverfabrik; es kann ja schon durch das Zertreten eines Sandkörnchens mit einem Stiefelnagel in dem umherliegenden Pulverstaub eine Verpuffung und damit zugleich auch die Entzündung eines ganzen Pulvervorraths in der Umgebung hervorgerufen werden. Deshalb darf man die Pulvermühlen nur mit Filzschuhen betreten. Ebenso vermeidet man auch das Fortrollen der Fässer, in welche man das Pulver zur Aufbewahrung behutsam einzudrücken oder einzustampfen hat. Ganz besonders aber hat man bei der Aufbewahrung des Pulvers darauf zu achten, daß es nicht in der Nähe von leicht entzündlichen Substanzen, wie Alkohol, Terpenthinöl oder wohl gar Aether stehe; wie leicht der Aetherdunst durch die Annäherung eines Lichts sich entzündet, wissen wir bereits aus unserer früheren Unterhaltung. Im Ganzen bringt das gekörnte Pulver wegen seines größeren Zusammenhalts weniger Gefahr, als das staubige Pulvermehl, weshalb letzteres auch nicht in den Handel gebracht werden darf; indessen ist auch das Stäuben des gekörnten Pulvers sorgsam zu vermeiden, wenn sich in der Nähe ein Licht befindet. Unter allen Umständen ist es für alle Fälle anzurathen, daß man

dunkle Räume, wo Pulver und andere leicht entzündliche Stoffe aufbewahrt werden, nur mit einer Davy'schen Sicherheitslampe betrete. Leider hat man bis jetzt dieser Lampe noch zu wenig die gebührende Beachtung im alltäglichen Leben geschenkt.

So viel über das Pulver. Gehen wir jetzt zu einigen anderen explodirenden Substanzen über, so müssen wir uns wundern, daß bei der nicht geringen Anzahl derselben, welche sich unter der chemischen Einwirkung vieler allgemein bekannten Substanzen bilden können, die meisten von ihnen erst in diesem Jahrhundert entdeckt worden sind.

Unter den sehr leicht explodirenden Substanzen zeichnet sich, wie wir es aus unseren früheren Unterhaltungen wissen, das chlorsaure Kali aus; diesem Salze ähnlich wirken nicht nur alle anderen chlorsauren, sondern auch die jodsauren und bromsauren Salze. Die Ursache ihrer leichten Explosion liegt, wie bei den salpetersauren Salzen, darin, daß beim Freiwerden ihrer Säuren, durch Erwärmung oder durch eine stärkere Säure, sich sofort auch der chemisch gebundene Sauerstoff aus ihnen frei macht und nun als Gas einen überaus großen Raum einzunehmen strebt, dessen Ausdehnung mit der Erhitzung des Gases sich steigert. Da ferner die chemische Anziehungskraft zwischen dem Sauerstoff und dem Chlor, Jod und Brom noch eine viel geringere ist, als zwischen Sauerstoff und Stickstoff in der Salpetersäure, so werden auch jene Salze ungleich leichter explodiren, wenn sie in verschlossenen Räumen plötzlich erhitzt, oder in Verbindung mit Kohle, Schwefel und ähnlichen, den Sauerstoff begierig aufnehmenden Stoffen entzündet werden, so daß sie ein noch gefährlicheres Schießpulver geben würden. Werden sie dagegen allmälig und ohne Vermischung mit verbrennbaren Substanzen in offenen Gefäßen erhitzt, so findet aus ihnen auch eine mehr allmälige Entwickelung des Sauerstoffs statt, wie wir es bei der Sauerstoffbereitung gesehen haben.

Aehnlich, jedoch bei einer stärkeren Erhitzung, verhält sich auch der Salpeter. Er kann, rein von jeder brennbaren Beimischung, z. B. in einem Blechlöffel, bis zum Schmelzen erhitzt werden, ohne

sich zu zersetzen; daher bereitet man auch ganz gefahrlos durch ein solches Schmelzen des Salpeters und Ausströpfeln desselben auf ein kaltes Blech oder auf einen kalten Stein die Salpeterkügelchen, wie man sie in der Medicin braucht. Wollte man aber den geschmolzenen Salpeter noch weiter erhitzen, so würde sich Sauerstoff und zuletzt auch Stickstoff aus ihm entwickeln, welche mit ihrer Zunahme in einem eingeschlossenen Raum sich zuletzt gewaltsam einen Ausweg bahnen müßten.

Anders verhält es sich schon mit dem sogenannten Knallpulver, einem Gemisch von 3 Theilen Salpeter, 2 Theilen trockner Potasche und 1 Theil Schwefel. Wird dieses langsam bis zum Schmelzen erhitzt, so explodirt es plötzlich mit einem heftigen Knall. Das Kalimetall (Kalium) der Potasche verbindet sich mit dem Schwefel zu Schwefelkalium, welches schmelzend die ganze Masse durchdringt, eine plötzliche Zersetzung des Salpeters und damit auch eine solche plötzliche Zersetzung der Salpetersäure herbeiführt. Der flüssige Zustand erzeugt schon einen gewissen Widerstand; daher der Knall der erwähnten Mischung, während eine kleine Menge Pulver an der freien Luft nur verpufft.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir noch einer anderen Mischung erwähnen, welche der Baume'sche Schnellfluß genannt wird. Sie besteht aus 3 Th. fein geriebenem Salpeter, 1 Th. Schwefel und 1 Th. trocknen Sägespähnen. Man kann mit dieser Mischung das interessante Kunststück ausführen, eine kleine Silbermünze in einer Wallnußschale zum Schmelzen zu bringen, wenn man die Silbermünze mit dem genannten Pulver in die Nußschale hineindrückt und dasselbe dann anzündet; bei dem jähen Abbrennen und der dadurch entstehenden Hitze bildet sich auf der Oberfläche der Silbermünze Schwefelblei, welches die Schmelzbarkeit derselben erleichtert.

Wollte man statt des Salpeters chlorsaures Kali zum Pulver nehmen, so würden wenige Loth davon eine Wirkung ausüben, wie kaum eine gleiche Anzahl Pfunde von Schießpulver; doch wäre es äußerst gefährlich, solche Versuche anzustellen. Vor mehreren Jahren wurde in London fast die ganze Werkstatt eines Büchsenmachers zerstört, als in derselben 10 Loth eines solchen Gemisches durch eine Unvorsichtigkeit explodirten. Aehnliche Unglücksfälle sind

auch bei der Anfertigung der chlorsauren Kali-Zündmasse zu den früher gebräuchlichen Stippzündhölzchen vorgekommen.

Furchtbarer noch als die erwähnten Salze wirken die sogenannten knallsauren Salze, das Knallsilber und das Knallqueckſilber. Die Knallsäure besteht aus Cyan (Stickstoffkohlenstoff) und aus Sauerstoff und kann nicht leicht für sich allein dargestellt werden; dagegen bilden sich die genannten knallsauren Salze, wenn man Queckſilber oder Silber in Salpetersäure auflöst, dann dieser Auflösung Alkohol und zuletzt rauchende Salpetersäure zusetzt und nun das Gemisch bis zum Aufbrausen gelinde erwärmt, worauf die Erwärmung sofort unterbrochen werden muß. Das Aufbrausen findet durch eine Entwickelung von Salpeteräther statt; bei dieser Gelegenheit zersetzt sich aber auch zugleich ein Theil Salpetersäure und Alkohol und bilden mit ihrem Stickstoff und Kohlenstoff das Cyan, welches sich wieder mit einem Theil des gleichzeitig freiwerdenden Sauerstoffs zu Knallsäure verbindet, die ihrerseits endlich eine Verbindung mit dem Silberoxyd oder Queckſilberoxyd eingeht. Das hierbei sich ausscheidende Pulver ist das betreffende Knallsalz.

Da die Darstellung desſelben mit großer Gefahr verknüpft ist, so wird sie selbst von sehr geschickten Chemikern nur immer in kleinen Mengen vorgenommuen; Unerfahrenen ist die Darstellung dieses Salzes durchaus zu widerrathen. Durch eine nur etwas erhöhte Temperatur, durch Druck, gelindes Reiben, sowie durch andere unbedeutende Umstände zersetzt es sich mit der heftigsten Explosion zu Stickstoff und Kohlenoxydgas, welche im Nu einen über tausendmal größeren Raum einzunehmen streben, als das feste Salz erfüllt, und daher mit der Gewalt, wie dieses geschieht, die stärksten Gefäße zu zersprengen im Stande sind.

In neuerer Zeit wird das Knallqueckſilber zu den Zündhütchen der Perkuſſions-Feuergewehre dargestellt. Ein Zündhütchen braucht nur ⅓ Gran dieses Salzes zu enthalten, um die erforderliche Wirkung auszuüben. Es wird hierzu im feuchten Zustande noch mit Salpeter und Schwefel versetzt. Sowohl bei der Anfertigung wie bei der Verpackung der Zündhütchen herrscht die allergrößte Vorsicht, so daß man selbst die Wirkung des Sonnenlichtes auf die Fensterscheiben der Fabrik durch eine dünne Schicht

von weißer Farbe schwächt. Außer den Zündhölzchen enthalten auch der Knallfidibus, die Knallerbsen und ähnliche Spielereien eines der genannten Knallsalze.

Wie verschieden übrigens die Natur in ihren Bildungen bei gleichen Zusammensetzungen ist, dafür liefert auch die Verbindung des Cyans mit Sauerstoff ein überraschendes Beispiel. Es giebt nämlich auch noch eine Cyansäure, welche mit der Knallsäure dieselbe Zusammensetzung besitzt, ohne daß sie deren explodirende Eigenschaft theilt. Eines ihrer Salze, das cyansaure Ammoniak, ist dadurch sehr merkwürdig, daß es sich beim Schmelzen oder bei der Verdunstung seiner Auflösung in Harnstoff verwandelt, so daß somit der Harnstoff das erste organische Produkt ist, welches ohne Umwandlung aus einem anderen organischen Produkt, wie etwa die Bildung des Zuckers aus Stärkemehl, künstlich dargestellt worden ist. Doch wird dieser Triumph der chemischen Kunst dadurch bedeutend geschmälert, daß der natürliche Harnstoff weniger ein Produkt des Lebens, sondern eines Todesprozesses ist, insofern der Harn selbst, eine Ausscheidung des Blutes, nichts mehr mit dem in demselben waltenden Leben zu thun hat. Gehen wir jedoch in unseren Knallunterhaltungen weiter.

Außer den genannten Knallsalzen giebt es andere, welche noch leichter und oft gewaltiger explodiren, so daß sie deshalb keine technische Anwendung finden können. Diese Salze sind eigenthümliche Verbindungen von Silberoxyd und Goldoxyd mit Ammoniak.

Das Knallgold, welches sich sehr leicht bei der Vermischung einer Goldlösung mit viel Aetzammoniakflüssigkeit bildet, ist ein gelbbraunes Pulver, das sich schon bei einem gelinden Erwärmen, Reiben, Drücken mit Zerschmetterung der stärksten Gefäße zersetzt. Schon ein halber Gran davon, in einem Löffel über einer Lichtflamme erhitzt, verpufft mit einem durchdringenden starken Knall, während es mit Wasser angefeuchtet merkwürdiger Weise mehr verknistert, wie etwa Kochsalz über einer Flamme. Indessen bildet sich durch einen geringeren Zusatz von Ammoniak zu einer Goldlösung ein weniger gefährliches Knallgold.

Was das ammoniakhaltige Knallsilber betrifft, so überbietet dasselbe noch das Knallgold in der explodirenden Wir-

kung. Es ist ein schwarzes Pulver, welches namentlich im trocknen Zustande durch geringe Veranlassungen sich unter einer gewaltigen Explosion zersetzt. Die Bereitung eines krystallinischen Knallsilbers ist so gefährlich, daß mehrere der erfahrensten Chemiker durch dessen Explosion verstümmelt worden sind und daß die Versuche jetzt höchstens mit 1 bis 2 Gran angestellt werden.

Diese genannten Verbindungen von Ammoniak mit Goldoxyd, das auch Goldsäure genannt wird, und mit Silberoxyd explodiren deshalb so leicht, weil der Wasserstoff des Ammoniaks sich mit dem Sauerstoff der Metalloxyde zu Wasser zu verbinden strebt, wobei plötzlich der Stickstoff des Ammoniaks nicht nur als Gas, sondern auch durch die plötzliche Erhitzung einen bedeutenden Raum einnimmt.

Aehnlich verhalten sich noch andere salzartige Verbindungen, welche sich unter gewissen Umständen bei scheinbar ganz gefahrlosen chemischen Experimenten bilden und das Leben des Experimentirenden in Gefahr bringen können. Es verhält sich hiermit, wenn auch nicht so häufig, wie mit der Erzeugung von Stoffen, welche durch eine größere oder geringere Giftigkeit den Unerfahrenen bedrohen; auch diese bilden sich, wie wir es z. B. bei der Darstellung von Blausäure, Flußspathsäure, Phosphor, Chlor u. s. w. gesehen haben, aus Stoffen, denen der Fremdling auf dem Gebiete der chemisch waltenden Natur eine gewisse Gefährlichkeit nicht zutrauen würde.

Der Stickstoff ist wegen seiner Trägheit, stärkere chemische Verbindungen einzugehen, ganz besonders geeignet, explodirende Substanzen zu bilden; so haben wir ihn auch oben sowohl im Schießpulver, wie auch in den knallsauren Salzen und in dem ammoniakhaltigen Knallsilber und Knallgold, als auch bei einer früheren Unterhaltung in der Schießbaumwolle thätig gesehen. Ebenso bildet er auch noch mit dem Chlor eine ölartige Verbindung, welche man Höllenöl nennt und die sich unter ganz unbedeutenden Umständen mit einer furchtbaren Explosion in Stickstoff- und Chlorgas wieder zersetzt.

Dieses Höllenöl, auch Knallchlor genannt, entsteht, wenn man in eine wässerige Auflösung von Salmiak (Chlorammonium) Chlorgas hineinleitet; es bildet sich bei dieser Gelegenheit aus

dem Ammonium, das bekanntlich aus Stickstoff und Wasserstoff besteht, und aus dem Chlor Salzsäure und jene gefährliche Verbindung von Chlorstickstoff, welche als ein schweres, pommeranzengelbes Oel zu Boden sinkt. Daher wird Niemandem ein Experiment mit einem Ammoniaksalz und Chlor anzurathen sein.

Als explodirende Gase zeichnen sich, wie schon bekannt, eine Mischung von Wasserstoff mit Sauerstoff, oder auch schon mit atmosphärischer Luft, und dann ganz besonders eine Mischung von Chlor und Wasserstoff aus (vgl. I, S. 42).

Es wäre äußerst gefährlich, das Knallgas in einem Cylinder mit einem Mal zusammenzupressen, wo sich durch die Zusammenpressung so viel Wärme entwickeln würde, daß das Gas sofort mit Zersprengung des Cylinders explodirte. Eine Zusammenpressung des Knallgases findet zwar bei dem Knallgasgebläse oder dem Newmann'schen Löthrohr statt, doch sehr langsam und unter einer fortdauernden Abkühlung des Behälters. In Folge dieser Zusammenpressung strömt das Gas beim Oeffnen eines Hahnes mit einer gewissen Kraft aus einer sehr feinen Oeffnung heraus und wird nun vor derselben zur Erzeugung des höchsten Hitzegrades angezündet, ohne daß die Flamme durch die feine Röhre in den Gasbehälter ebenso wenig zurückschlagen kann, wie sie andererseits bei der Davy'schen Sicherheitslampe durch das feine Drahtnetz zu dringen vermag; nur eine augenblickliche Erweiterung dieser Röhre, und das Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff würde sich mit einer Explosion entzünden, welche den Behälter mit der Gewalt einer platzenden Bombe zerschmettern müßte, und zwar deshalb, weil das hierbei entstehende Wassergas nicht allein an sich, sondern schon durch die überaus große Hitze bei seiner chemischen Entstehung einen bedeutend größeren Raum einzunehmen strebt, als ihn das Gasgemisch inne hatte.

Dasselbe findet auch bei der chemischen Vereinigung von Chlor und Wasserstoff in einem abgeschlossenen Raum statt, indem das unter der Einwirkung des Sonnenlichtes oder eines elektrischen Funkens entstehende Chlorwasserstoffgas an Ausdehnung ebenfalls das blos mechanische Gemisch beider Gase überbietet.

Weiter verfolgen wir die einzelnen Beispiele über die explodirenden Substanzen nicht. Was wir zu ihrer Erklärung erkannt

haben, reicht aus, um uns auch die Explosionen in Folge anderer chemischer Zersetzungen und Zusammensetzungen erklären zu lassen. Was uns bei ihren plötzlichen Gasbildungen aber nicht wenig in Erstaunen setzen muß, ist der Umstand, daß hierbei noch meist eine bedeutende Hitze hervorgerufen wird, während wir doch bei anderen Gelegenheiten sahen, daß z. B. das schnelle Verflüchtigen flüssiger Körper, wie der flüssigen Kohlensäure, des Aethers u. s. w., eine mehr oder weniger starke Kälte erzeugt. So wird ja auch, wie man es ermittelt hat, das Gemisch des Knallgases im Augenblick der Verbrennung um das 15fache ihres Raumes ausgedehnt, und doch bildet sich eben bei der Verbrennung dieses Gemisches, ohne daß hierzu der Sauerstoff von außen verdichtet wird, die größte Hitze, welche auf chemischem Wege bis jetzt erzeugt worden ist. Die Erklärung der hier stattfindenden Wärmeerzeugung gehört jedoch mehr der Physik, als der Chemie an, und so werden wir auch diese Frage in einer späteren physikalischen Unterhaltung zu beantworten haben. Zum Schluß unserer gegenwärtigen Unterhaltung aber noch einige Bemerkungen über eine Weltexplosion.

Der 13. Juni des Jahres 1857 war ohne irgend eine Erderschütterung, welche das Zusammenstoßen eines Kometen mit der Erde erzeugen sollte, vorübergegangen; doch hatte der einmal angeregte Gedanke eines Weltuntergangs unter anderem auch mehrfach zur Frage geführt, ob nicht in dem fortdauernden chemischen Walten tief im Innern des Erdkörpers sich auch unter gewissen Umständen solche explodirende Massen bilden könnten, welche ein Bersten der Erde herbeiführen müßten. Schon im Anfange dieses Jahrhunderts, und zwar bei der Entdeckung mehrerer der kleinen Planeten, welche, ohne einen weiten Abstand von einander, zwischen dem Mars und dem Jupiter den Rundlauf um die Sonne machen, nährt man allgemein den Gedanken, daß eine solche Planetenzertrümmerung möglich sei. Wie anders hätten jene kleine Planeten, dachte man, entstehen können, als aus der Zerberstung eines größeren, und so wäre es denn auch nicht unwahrscheinlich, daß die Erde eine solche Sprengung und Zerstückelung einmal zu erwarten hätte, wenn auch nicht durch die gasförmige leichte Masse eines Kometen, so doch durch eine innere Gasentwickelung, wie sie bei vielen Erdbeben auftreten mag.

Wie viel nun auch die neueste Naturerkenntniß zur Beseitigung aller irrthümlichen Vorstellungen eines Weltunterganges beigetragen hat, so reicht doch der Beweis, daß derselbe durch keine innere Wärme und Gasbildung stattfinden könne, nicht vollkommen aus. Dieser Beweis beruht auf der Annahme, daß die innere Erdhitze nur durch Verdichtung der Erdmasse entstanden sei; wir sehen aber auch, daß bei einigen chemischen Verbindungen eine bedeutende Hitze entsteht, wo diese Verbindungen, wie bei der Bildung des Wassergases und des Kohlenoxydgases, zu einem weiteren Raum sich ausdehnen, als ihre Bestandtheile zusammen vorher einnahmen. Wie könnte auch beim Verbrennen z. B. eines Stückes Holz, worin sich durch die chemische Anziehungskraft Wasserstoff und Sauerstoff neben der Kohle sogar im festen Zustande befinden, noch so viel freie Wärme erzeugt werden, da dieser feste Wasserstoff mit dem ursprünglich festen Kohlenstoff zunächst ein Gas bildet, das als Gas schon an und für sich eine bedeutende Menge Wärme binden muß? Ja, wie könnte diese freie Wärme noch zunehmen, wo der Kohlenwasserstoff zunächst zu Kohlenoxydgas und zu Wassergas verbrennt, welche Gase den Sauerstoff der Luft in einer weiteren Ausdehnung enthalten, als er ursprünglich in der atmosphärischen Luft enthalten ist? Jedenfalls hat die Wärmeentstehung bei chemischen Verbindungen noch eine andere Ursache, als die bloße Verdichtung; wenn aber irgend eine Wissenschaft die große Frage eines Planetenunterganges durch Wärmeerzeugung und Gasentwickelung zu lösen im Stande wäre, so könnte es nur eine Chemie der Zukunft sein.

Nachdem man mit einiger Sicherheit ermittelt hat, daß die Erdwärme mit jeder Tiefe von 100 bis 115 Fuß um 1 °R. zunimmt, so daß demnach in der Tiefe von etwa 800 Meilen, also in der Nähe des Erdmittelpunktes, ein alle oberweltlichen Vorstellungen überbietender Feuerpfuhl von glühenden Gasen und Flüssigkeiten herrschen müsse, welche auf der Oberfläche der Erde nur in einem unschmelzbaren und unverflüchtbaren Zustande, wie die Kohle, oder als die schwersten Körper, wie die Metalle, erscheinen, wird es endlich noch die Chemie zu bestimmen haben, ob diese Elemente unter gewissen Umständen in einem solchen flüssigen oder gasförmigen Zustand sich zu Gebilden vereinigen könnten, die noch

einen ungleich weiteren Raum einzunehmen hätten und in Folge dessen sogar im Stande wären, selbst den Zusammenhalt oder die Cohäsionskraft eines Planetenkörpers zu erschüttern. Uns mag indessen vorläufig die Ueberzeugung genügen, daß die Schöpfung in einem gewissen Gleichgewicht von ausdehnenden und zusammenziehenden Kräften ihren herrlichen Bestand findet, wenngleich der forschende Menschengeist das Walten jener Kräfte zwischen den Gestirnen ungleich sicherer, als zwischen den Atomen erkannt hat, und zwar deshalb, weil unter den Atomen die Anziehung der Cohäsionskraft und dann die chemische Anziehung herrscht, welche die Natur der Körper so vollständig verändert. Welche Körper sich chemisch vereinigen und welche Gebilde sie dabei schaffen, das hat die chemische Wissenschaft so ziemlich umfassend erkannt; warum aber auch sonst gewöhnlich feste Körper, wie Schwefel und Kohlenstoff, sich zu einem flüssigen und leicht verflüchtbaren vereinigen können, während andererseits Gase flüssige und feste Körper bilden, wie wir dieses nicht allein am Wasser, sondern auch am Salmiak, salpetersauren Ammoniak u. s. w. sehen, dafür hat die Chemie noch ebenso wenig ein Gesetz gefunden, wie für die größere und geringere Verflüchtbarkeit, ja oft vollständige Unverflüchtbarkeit der Körper.

Ehe aber die Forschung hierin das Walten der Natur durchschaut und alle wirkenden Ursachen bei der größeren und geringeren Ausdehnung der verschiedenen chemischen Verbindungen erkennt, wird auch der Streit um die Möglichkeit und Unmöglichkeit einer Erdberstung noch ein unerledigter bleiben, wenngleich ungleich mehr Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden ist, daß unser Planet seine chemischen Hauptprozesse in der großen Masse bereits seit undenklichen Zeiten beendigt hat und daß alles, was er jetzt noch in den feurigen Lavaströmungen der feuerspeienden Berge und in den Erderschütterungen leistet, nur ein schwaches Nacherperimentiren jener gewaltigen chemischen Prozesse ist, unter welchen sich unser Planet in einer Urzeit gebildet und glücklicher Weise keine Berstung erlitten hatte.

40.

Der chemische Prozeß der Seifenbildung. Fleckmittel.

Wir verlassen für einige Kapitel unsere Feuerexperimente, um zu einigen sehr wichtigen Erzeugnissen der gewerblichen Chemie zurückzukehren, welche auf nassem Wege bereitet werden; ihre nähere chemische Betrachtung kann nicht allein schon an sich von Interesse für uns sein, sondern sie bereitet auch unser leichtestes Verständniß für diejenigen Feuerkünste vor, mit welchen wir unsere chemischen Unterhaltungen zu beschließen haben. Dieses gilt besonders von der Seifensiederei.

Man kann mit einer gewissen Sicherheit den höheren Kulturzustand eines Volkes nach dessen jährlichem Verbrauch von Seife abschätzen; wo die Reinlichkeit herrscht, machen sich auch andere leibliche und geistige Bedürfnisse geltend, welche den Industriefleiß und den Erfindungswitz des Volkes stets rege erhalten. Wie aber meist alles in der äußersten Uebertreibung seine wichtigsten Zwecke verfehlt, so geschieht dieses auch mit einem Reinlichkeitssinn, wie er sich bekanntlich bei den Holländern äußert, wo beinahe drei Viertel von der Lebenszeit des schönen Geschlechts beim Waschen, Scheuern, Stäuben u. s. w. verloren geht und Herz und Geist wenig Zeit finden, sich über den Waschkübel zu den wirklichen, edleren Genüssen des Lebens zu erheben, und daher in einer gewissen Nüchternheit verbleiben, bei der fast nur die Kunst und Industrie der Seifenfabrikation zum herrlichsten Gedeihen gelangen kann. Was uns betrifft, so wollen wir hier die Seife nur insoweit würdigen, als sie im Stande ist, einen sichtbaren und unsichtbaren Schmutz leicht fortzuschaffen, wobei wir es natürlich nicht minder mit der Betrachtung rein chemischer Experimente zu thun haben.

Die Seife war schon den Germanen bekannt. Die alten Römer lernten die Bereitung der Seife durch die Gallier kennen; ihre Benennung dieses Reinigungspräparates „Sapo“ erinnert aber an das alte germanische Wort „Säpe“. Dann aber wird von einem alten Schriftsteller noch erzählt, daß die Germanen eine bessere Seife bereitet haben, als die Gallier. Dagegen haben die

Franzosen der neueren Zeit, welche sich überhaupt in der Industrie aller Toilettengegenstände vor allen anderen Völkern auszuzeichnen streben, das Vorurtheil für sich zu gewinnen gewußt, als könnten sie auch in der Seife das Vorzüglichste liefern. Dieses Vorurtheil beruht um so mehr auf einem Irrthum, als es ganz in der Hand eines chemisch erfahrenen Seifenfabrikanten liegt, die Seife so darzustellen, wie sie nur gewünscht werden kann.

Wir haben schon früher die Seife als eine salzartige Verbindung von Natron oder Kali und den Fettsäuren (Elaïn-, Margarin- und Stearinsäure) kennen gelernt; der gewöhnliche Schmutz unserer Haut in Folge des Schweißes ist meist selbst fettartiger Natur und geht insofern ebenfalls eine salzartige lösliche Verbindung mit dem Natron oder Kali ein. Ein anderes zweckmäßiges Lösungsmittel, als ein solches Alkali, giebt es nicht für den natürlichen Schmutz der Haut, und man könnte es deshalb schon für sich allein als Reinigungsmittel in Anwendung bringen, wenn es nicht zugleich auch die Haut selbst angriffe. Selbst der Weingeistäther, welcher bekanntlich die Fette auflöst, würde schon deshalb nicht zu einer gewöhnlichen Hautreinigung dienen, weil er nicht gleichzeitig die in den Poren sitzenden Salztheilchen des Schweißes entfernt, was die schlüpfrige Seife thut, welche zugleich zersetzend auf mehrere dieser Salze wirkt.

Obgleich man seit zwei Jahrtausenden Seife bereitete, so weiß man doch erst seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts, welch ein chemischer Prozeß bei der Seifenbildung vor sich geht, und dieser Kenntniß verdankte man darauf nicht allein die mannigfachsten Seifenfabrikate, sondern auch die beste Bearbeitung der Fette zu Kerzen.

Der erste, welcher die innere Natur der Fette näher erforschte, war der deutsche Chemiker Scheele, der in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhnnderts lebte und durch seine vielen Entdeckungen und Forschungen das geheimnißvolle Innere der Körperwelt nicht wenig aufgelichtet hat. Als er einst das Bleiflaster dargestellt, welches durch eine Erhitzung von Baumöl und pulverisirter Bleiglätte (Bleioxyd) gewonnen wird, machte er die Bemerkung, daß dabei eine eigene zuckerhaltige Substanz entstehe. Diese Substanz, Scheele'sches Süß oder Glycerin genannt, wurde später

bei weiteren Untersuchungen als eine organische Base erkannt, wobei dann zugleich auch die feste Talgsäure oder Stearinsäure und die halb und ganz flüssige Margarin- und Elaïnsäure entdeckt wurden. So war hiermit die Verseifung der Fette und Oele durch die Alkalien und ebenso auch die Verpflasterung derselben durch Bleioxyd erkannt.

Da das Scheele'sche Süß als eine sehr schwache Base nur eine sehr schwache salzartige Verbindung mit den Fettsäuren bildet, so kann diese Base von jeder stärkeren verdrängt werden, bei welcher Gelegenheit die Fettsäuren mit einer solchen stärkeren Base entweder eine in Wasser lösliche Seife, oder einen so unlöslichen seifeartigen Körper bilden, wie es das Bleiflaster ist, das wir auch unter dem Namen Heftpflaster kennen. Aehnliche Verbindungen der Fettsäuren mit dem Kalk und dem Zinkoxyd bilden sich ja auch, wie wir bereits angedeutet haben, bei der Lithographie und Zinkographie und sind somit die ersten natürlichen Ursachen zu diesen in unserer Zeit so bedeutungsreich gewordenen Künsten.

Nach diesen allgemeinen Erklärungen werden wir nun mit vollem Interesse folgende Verseifungsexperimente anstellen können.

Um versuchsweise eine vortreffliche Oel- oder Marseiller Seife zu bereiten, nehme man etwa 1 Loth Aetznatron, wie es in jeder Apotheke zu haben ist, löse es in 15 bis 20 Loth Wasser auf und bringe diese Auflösung in einen etwas weiten Kessel, mische dann dieselbe mit 12 Loth Baumöl, erhitze unter stetem Umrühren das Gemisch bis zum Sieden, lasse es so eine Stunde gelinde kochen und setze nun dieser kochenden Brühe allmälig 9 Loth einer starken Lauge hinzu, welche man vorher durch Auflösen von 1 Loth Aetznatron in 8 Loth Wasser bereite. Es entsteht bei dieser Gelegenheit eine leimige Masse, der Seifenleim, der sich nach einiger Zeit verdickt. Wenn einige Tropfen dieses Seifenleims sich zwischen den Fingern zu einer festen weißen Masse drücken lassen, so setze man ihm zur Beschleunigung seiner Ausscheidung 1 Loth Kochsalz zu, lasse das Gemisch noch einige Minuten kochen und stelle dann den Kessel an einen kühlen Ort. Die feste Masse, die sich jetzt völlig ausscheidet, ist die gewünschte harte Seife, ein Gemisch von elaïn-, margarin- und stearinsaurem Natron, etwas

Wasser und Scheele'schem Süß, von welchem letzteren sich auch etwas in der zurückbleibenden Kochsalzauflösung vorfindet.

Nimmt man statt Baumöl Talg, so erhält man die gewöhnliche harte Hausseife; wendet man endlich statt einer Natronlauge eine Auflösung von Aetzkali in Wasser (Potaschenlauge) an, so tritt keine Erhärtung des Seifenleims ein, sondern die so gewonnene Seife bildet die bekannte Schmierseife, welche bei Anwendung von Leinöl, Hanföl oder Fischthran von dunkelgrünlicher Farbe ausfällt. Bringt man endlich eine Ammoniakauflösung (Salmiakgeist) mit Oelen oder Fetten zusammen, was natürlich bei der großen Verflüchtbarkeit des Ammoniaks ohne Erwärmung und zwar durch Schütteln des Oels oder Fetts mit dem wässerigen Ammoniak geschehen kann, so entsteht eine nach Ammoniak riechende weiße dickflüssige Seife, welche unter dem Namen flüchtige Salbe als Einreibungsmittel gebraucht wird.

Es versteht sich von selbst, daß bei der Seifenfabrikation die Billigkeit der Materialien eine Hauptentscheidung hat, und so wendet man daher auch nicht das theure Aetznatron, sondern das Kochsalz an, wobei indessen freilich erst die Schmier- oder Kaliseife gebildet werden muß. Zu diesem Zweck bringt man in großen Kesseln die Fette erst durch Potaschenlauge zur Verseifung und setzt dann Kochsalz hinzu, worauf sich die Salzsäure des Kochsalzes mit dem Kali verbindet und in der Lauge aufgelöst bleibt, während das Natron des Kochsalzes mit den Fettsäuren die in der Lauge unlösliche harte Natronseife bildet.

In den Ländern des südlichen Europa's, wo der Oelbaum wächst, ist die Darstellung der besseren Oelseife weniger kostspielig. Man verwendet aber dort zur Seife meist nur die öligen Rückstände, welche man nach der Gewinnung des Provenceröls und dann des gewöhnlichen Baumöls gewinnt. Die Reinigung dieser Seife wird bewirkt, daß man sie aus der Auflösung durch Kochsalz ausscheidet, was man auch das Aussalzen nennt. Da indessen ein großer Theil des Publikums ein besonderes Wohlgefallen für das Bunte hegt, so findet bei der Darstellung der marmorirten Seife keine sorgfältige Reinigung der Seife statt, ja man setzt derselben in ihrem weichen Zustande noch das schwarzgraue Schwefeleisen zu und rührt nun diese gefärbte oder vielmehr schmutzige Seifen-

masse mit einer gereinigten so zusammen, daß die Seife dadurch ein marmorirtes Ansehen erhalten muß.

Was von dieser Seife gilt, darf man auch von jedem anderen gefärbten Seifenpräparat behaupten; es beweist durch seine Färbung, daß es, wenn auch in geringer Menge, noch Zuthaten enthält, welche mit dem eigentlichen Zweck der Seife, der Reinigung, in einigem Widerspruch stehen. Freilich rühmt man an der marmorirten Seife, daß sie durch ihren Eisengehalt mit der Zeit sehr hart werde, wenn eine allzu große Härte überhaupt als ein Vorzug gelten kann, da doch eine gewisse Menge Hautschmutz unter allen Umständen eine ebenso bestimmte Menge Seife erfordert, um vollständig entfernt zu werden, und die sparsame Abnutzung der Seife ebenso sparsam auch jenen Schmutz beseitigen wird. Da endlich die reinigende Kraft der Seife nicht minder durch einen kleinen Ueberschuß von freiem Alkali in der Seife vermehrt wird, so kann auch hierin die marmorirte Seife sich eben nicht sehr auszeichnen, insofern sie weniger freies Alkali enthält, als die weiße Oelseife.

Besonders reich an freiem Alkali ist die Kali- oder Schmierseife, weshalb sie auch von den Hausfrauen so gern zu einer gründlichen Waschung benutzt wird; außerdem empfiehlt sie sich durch die Eigenschaft, viel Schaum zu bilden. Die harten Seifen erhalten besonders dadurch die Eigenschaft, leicht zu schäumen, wenn man den Fetten Cocosöl zusetzt, welches aus den Kernen der Cocusnüsse gepreßt wird und wie das butterähnliche Palmöl jetzt einen nicht unbedeutenden Handelsartikel für die Seifenfabrikation bildet. Ebenfalls wird durch das Quirlen und Schlagen der siedenden Seifenmasse ihr späteres starkes Schäumen bewirkt. Aber weder das Schäumen, noch das Vorhandensein einer geringen Menge von freiem Alkali würden die Seife zu einem so ausgezeichneten Reinigungspräparate machen, wenn nicht die fettsauren Salze, also das elaïn-, margarin- und stearinsaure Kali und Natron, die Eigenthümlichkeit besäßen, einen Theil Natron und Kali freizugeben, wenn sie mit Wasser und fettigem Schmutz zusammenkommen, wobei, wie jeder es beim Waschen beobachten kann, sich zuletzt die Seife als unlöslich abscheidet und ohne eine weitere reinigende Wirkung bleibt. Während nämlich das einfach fettsaure

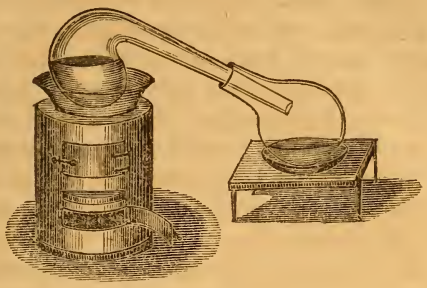
Alkali noch im Wasser löslich ist, wird das durch Verlust eines Theils Alkali entstehende doppelt, ja vierfach fettsaure Alkali unlöslich. So trennt sich also beim Waschen aus der Seife verhältnißmäßig immer so viel Kali oder Natron, als fettiger Schmutz vorhanden ist, ohne daß so viel von dem Alkali frei wird, daß es ätzend auf die Haut oder auf die Zeuge wirkt.

Freilich gehört auch zu einer zweckentsprechenden Benutzung der Seife ein weiches Wasser. Ein jedes harte Wasser enthält Salze, welche eine Zersetzung der Seife veranlassen und somit ihre reinigende Kraft beeinträchtigen. Das harte Wasser wird, wie wir es schon aus unserer früheren Unterhaltung über das Wasser wissen, durch einen geringen Zusatz von etwas Potasche in ein weiches verwandelt, indem das Kali den Kalk ausscheidet, welcher mit den Fettsäuren nur unlösliche Seifen giebt. Wie aber bei der Anwesenheit von Kalksalzen sich im Wasser eine so unlösliche Kalkseife bildet, daß sie sich nur sehr schwer von der Wäsche wegspülen läßt, so bewirkt auch andererseits eine jede Säure im Waschwasser eine Zersetzung der Seife, wobei sich die unlöslichen Fettsäuren ausscheiden.

Das gebrauchte Seifenwasser in Tuchmanufakturen, Bleichereien und Waschanstalten hat man erst in neuerer Zeit auf die Gewinnung der fetten Säuren zu benutzen gewußt, von denen die Stearinsäure wieder zu Kerzen benutzt werden kann; vorzugsweise ist das Seifenwasser von den Talgseifen sehr reich an Stearinsäure. Die Fettsäuren werden dadurch von dem mit ihnen noch verbundenen Kali und Natron getrennt, daß man dem Seifenwasser so lange Schwefelsäure unter fortdauerndem Umrühren zusetzt, bis eine kleine Probe davon, nachdem man sie filtrirt hat, Lackmuspapier zu röthen beginnt. Zu Rheims hat man schon vor mehreren Jahren das gebrauchte Seifenwasser fabrikmäßig auf die Gewinnung der fetten Säuren benutzt und dabei jährlich viele tausend Centner Fettsäure gewonnen.

Auf der Eigenschaft der Seife, sich mit starkem, etwa 80prozentigem Weingeist zu einer klaren Flüssigkeit aufzulösen, beruht die Darstellung der durchsichtigen Toilettenseifen. Die konzentrirte klare Weingeistlösung gießt man in eine gläserne Retorte, stellt dieselbe in ein Sandbad, d. h. in eine mit Sand gefüllte

Schüssel und destillirt nun, wie die Zeichnung zeigt, den Weingeist ab, welcher hernach wieder zu einer anderen Auflösung verbraucht



Figur 44.

werden kann. Die zurückbleibende bernsteinfarbene flüssige Seife wird noch warm in blecherne Formen gegossen, in denen sie in der Kälte erstarrt; wohlriechend werden sie meist erst nachträglich durch eine Ueberpinselung mit wohlriechenden ätherischen Oelen gemacht.

Die Mandelseife wird dadurch bereitet, daß man entweder eine Talg- oder Oelseife, oder beide gemischt, in kleine Stücke schneidet und dann in eine erwärmte Mandelmilch aus bitteren Mandeln auflöst, die Flüssigkeit durchseiht und dann mit einer schwachen Aetznatronlauge kocht, worauf die Seife dann wie gewöhnlich durch eine Kochsalzlösung ausgeschieden wird. Durch Quirlen und Schlagen dieser Seifenmasse vor dem Herausnehmen aus dem Kessel erhält man die Mandelschaumseife.

Es wäre ein Irrthum, wenn man die reinigende Kraft der Seife durch einen Zusatz von kohlensaurem Kali oder Natron zu erhöhen vermeinte. Die kohlensauren Alkalien verseifen den fettigen Schmutz nicht bei gewöhnlicher Temperatur oder bei einer geringen Erwärmung. Nur in der Hitze des Dampfbades besitzen sie die Wirkung der Seife, weil dann unter Mitwirkung der Wärme die Kohlensäure verflüchtet. Daher braucht man auch bei einem Dampfbade zur Reinigung der Wäsche das kohlensaure Natron oder die käufliche Soda allein. Man bereitet sich eine schwache Lauge, welche etwa 5 bis 6 Prozent von der Soda enthält, taucht

die Zeuge in diese Lauge und setzt sie dann einige Stunden lang den Dämpfen von kochendem Wasser aus, worauf dann die Zeuge wie gewöhnlich gerieben und gespült werden.

Eine eigenthümliche seifenartige Beschaffenheit besitzt die thierische Galle, weshalb man auch die Rindsgalle so häufig zum Ausmachen von Fettflecken auf Tuch und auf seidenen Stoffen benutzt. Die Galle besitzt hier vor der gewöhnlichen Seife den Vorzug, daß sie nicht die Farbe der Zeuge zerstört, was seine Ursache darin findet, daß der alkalische Bestandtheil der Galle, das Natron, inniger mit den anderen Gallenbestandtheilen verbunden ist, als das Alkali mit den Fettsäuren in der Seife. Auch die Galle der Karpfen wird häufig zum Auswaschen von Flecken gebraucht und wird deshalb auch mit ihrer Blase getrocknet und in den Handel gebracht.

Als eine noch nicht ganz enträthselte und selbst mehrfach bestrittene Erscheinung müssen wir die Verwandlung von Fleisch und also auch von Leichen in ein ammoniakhaltiges seifenähnliches Fett (Fettwachs, Leichenseife) betrachten, welches sich bildet, wenn das Fleisch in durchnäßter und kohlensäurehaltiger Erde längere Zeit gelegen hat. Die erste Entdeckung wurde, wie schon früher (I, S. 175) mitgetheilt, zu Paris gemacht, und zwar auf einem Kirchhofe, wo die Leichen sehr gedrängt zusammengeschichtet lagen. Später machte man dieselbe Beobachtung an mehreren Orten, wo entweder mehrere Leichen in einer Grube beisammenlagen, oder wo sich der Kirchhof in der Nähe eines Flusses oder in einer sumpfigen Gegend befand, so daß das Wasser in die Gräber dringen und die Einwirkung der Luft auf die Leichen abhalten konnte.

Hiernach und nach mehreren künstlich angestellten Versuchen scheint sich also der Fettwachs unter den besonderen Umständen in Folge einer eigenthümlichen Zersetzung der fleischigen Theile zu bilden, wo sich das entstandene Fett nach Art der fetten Säuren mit Ammoniak verbindet, um eine seifenartige Masse zu geben, welche außerdem mit verschiedenen Salzen, einem gelben Farbstoff und einigen anderweitigen thierischen Substanzen vermengt bleibt. Wenn man das Fettwachs von seinem Ammoniak und seinen Salzen chemisch reinigt, so soll es sich der Stearinsäure ähnlich verhalten.

Indessen bietet das Fettwachs nach dem Alter seiner Ent-

stehung einige Verschiedenheiten dar. Auch in trockenem Erdreich hat man dasselbe angetroffen, und zwar dann von einer wallrathähnlichen Beschaffenheit, nur mit dem Unterschiede, daß es weniger leicht schmelzbar war. So war auch das Fettwachs von Leichen, welche gegen 50 Jahre unter der Erde gelegen hatten, spröder und dichter, als an denen, die 3 bis 5 Jahr alt waren. Das durch Einfluß von Wasser aus dem Fleisch entstandene Fettwachs ist weiß, hart, schuppig, und kann durch Schmelzen, Auswaschen in Chlorwasser und reinem Wasser so gereinigt werden, daß es dann größtentheils nur aus Stearin- und Margarinsäure besteht. Will man ein derartiges Fett aus Fleisch künstlich darstellen, so hat man, wie die Versuche darüber lehren, das Fleisch in fließendes Wasser zu legen und etwa alle 8 Tage mit einem von Kohlensäure stark gesättigten Wasser zu begießen, wodurch die Ammoniakbildung erleichtert und durch diese die Talgsäurebildung beschleunigt werden soll. Freilich kann das Fettwachs, welches sich aus dem Fleisch bei fließendem Wasser bildet, weniger eine seifenartige Beschaffenheit besitzen, da durch das bewegte und fortdauernd sich erneuernde Wasser die Salze und das Ammoniak ausgelaugt werden, während in stehendem Wasser und in den vor der Luft geschützten Grüften der Gehalt an Ammoniak und Salzen zum größten Theil dem sich verwandelnden Fleische verbleiben muß.

In neuerer Zeit hat man sich ebenso wenig mit der Aufsuchung wie mit der Darstellung des Fettwachses oder der Leichenseife beschäftigt, besonders da einige der bedeutenderen Chemiker die Verwandlung des Fleisches in Fett für eine Täuschung erklärt haben, insofern durch die Verwesung das Fleisch zerstört werde und so die weniger leicht zerstörbare Fettsubstanz der Muskeln ꝛc. zurückbleibe. Wie dem aber auch sei, es kann das Publikum nur ganz zufrieden sein, daß eine gewinnsüchtige Industrie weder eine Seife noch Kerzen in den Handel bringt, welche aus einem Leichenfett bereitet sind, wie dieses vor einigen Jahrzehnten noch in England geschehen sein soll. Ein verwester thierischer Leichnam, besonders aber der eines Menschen, kann selbst noch in seinen Zersetzungsprodukten Stofftheilchen enthalten, welche auf das Leben gefährlich einzuwirken drohen, ja um so gefährlicher, je schwieriger diese Stofftheilchen hier in der Fettmasse zu entdecken wären.

Gehen wir nun zu den seifenartigen Körpern über, in denen das Fett keine Rolle spielt, so ist es zunächst die Seifenwurzel, welche unsere Beachtung zu finden verdient. Die seifenähnliche Beschaffenheit der Seifenwurzel rührt von einem eigenthümlichen Extraktivstoff derselben her, welchen man Saponin genannt hat. 1 Theil Saponin kann 1000 Theile Wasser so schäumend wie eine Seifenauflösung machen. Wie aber von der schäumenden Eigenschaft die reinigende Kraft nicht wenig abhängt, sehen wir, außer bei der Schaumseife, selbst auch bei dem Eidotter und dem Eiweiß, welche im schäumigen Zustand nicht selten auch die Rolle einer Seife spielen können.

Eine eigene Art von Seifen bilden die Harzseifen. Auch die Harze geben, wie die fetten Säuren, mit Kali und Natron lösliche Verbindungen, welche durch den fetten Schmutz zum Theil zersetzt werden; da aber eine solche Harzseife durch ihre klebrige Natur hartnäckig an den zu waschenden Gegenständen haften bleibt und sich selbst durch die gewöhnliche Fettseife nicht leicht entfernen läßt, so liegt ihre zweckmäßige Anwendung mehr in der Einbildung, als in der Wirklichkeit. Jedenfalls wird sich zum Scheuern von Holz, wozu man in der Regel eine mit gewöhnlicher Seife vermischte Harzseife braucht, die Schmierseife ungleich mehr empfehlen.

Interessant sind die Versuche, welche man in neuester Zeit mit dem Wasserglas zum Waschen angestellt hat. Das Wasserglas ist, wie wir es schon bei den Schutzmitteln vor dem Feuer kennen gelernt haben, eine lösliche Verbindung von Kieselsäure und Kali. Schon ein Wasser, das nur 1 Prozent Wasserglas aufgelöst enthält, kann, wie man behauptet hat, das Reinigen einer nicht geringen Menge von Wäsche bewirken, und zwar aus der einfachen Ursache, weil in dem Wasserglas fast 4 mal mehr Kali als Kieselsäure enthalten ist. Nur dadurch, daß das Wasserglas ebenso leicht zersetzbar ist, wie die Seife, erhält es eine reinigende Eigenschaft. Es wird selbst durch die Kohlensäure der Luft zersetzt, indem sich diese mit dem Kali verbindet und die Kieselsäure, sonst ein so fester Körper, in einem gallertartigen Zustande ausscheidet. Was anders, als daß auch der fettige Schmutz durch seine Fettsäuren zersetzend auf das Wasserglas wirkt; indem sich aber die

Fettsäuren mit dem Kali verbinden, wirkt diese Verbindung als eine Kaliseife noch so lange fort, bis auch diese durch eine weitere Aufnahme von Fett unlöslich wird, während die gallertartige Kieselsäure, welche sich hierbei ausscheidet, die Wäsche geschmeidig erhält und sich zuletzt leicht wegspülen läßt. Uebrigens ist die Anwendung des Wasserglases zur Reinigung nicht eine neue Erfindung. Schon vor mehreren Jahren bereitete ein englischer Chemiker, Sheridan, eine Fettseife, welche mit löslichen kieselsauren Alkalien gemischt war.

Der Seife reihen sich die verschiedenen Präparate an, welche zum Ausmachen von Flecken dienen, gegen welche die Alkalien der Seife, der Galle und des Wasserglases erfolglos bleiben. Da die Entfernung eines fest ansitzenden Schmutzes überhaupt darauf beruht, daß man gegen ihn ein Lösungsmittel anwendet, so werden auch gegen die verschiedenen fleckenden Substanzen ebenso verschiedene Mittel gebraucht werden müssen; eine Universal-Flecktinktur ꝛc. ist eine solche Ungereimtheit, wie ein Universal-Heilmittel.

Betrachten wir zunächst den reinen Thon als ein Reinigungsmittel gegen Fettflecke, welche sich in Holz, in Papier und selbst in Zeuge tief eingesogen haben, so beruht seine reinigende Eigenschaft nur darauf, daß er das Fett begierig in sich einsaugt. Die Hausfrauen, welche in vielen Dingen wie erfahrene Chemiker verfahren, wissen sehr geschickt selbst gealterte Fettflecke aus ihren Stubendielen dadurch herauszuschaffen, daß sie mit angefeuchtetem Bolus oder Lehm die fleckigen Stellen stark überstreichen und eintrocknen lassen. Das Vermögen, Fette einzusaugen, besitzt die reine Thonerde, wie sie unter dem Namen Walkererde auch zum Walken verwendet wird, in einem so hohen Grade, daß man selbst aus dem bedruckten Makulaturpapier die Buchdruckerschwärze damit herausschaffen kann, wenn man dazu Terpenthinöl und Walkererde benutzt, wobei das Terpenthinöl nur dazu dient, das eingetrocknete Oel wieder aufzulösen.

Gegen Theer- und Schuhwichsflecke empfiehlt man ein Waschen mit Eigelb oder mit einer Mischung von Eigelb und Oelseife. Das Eigelb enthält bekanntlich Eiweiß und Oel neben einem hier

unwesentlichen röthlichen Farbstoff; mit Wasser giebt es bekanntlich eine schäumende milchige Mischung (Emulsion) und nimmt, während es diese Emulsion bildet, auch den sonst unlöslichen Schmutz mechanisch auf. Daher spielt das Eigelb in den fleckenreinigenden Mitteln eine Hauptrolle; unter anderem ist es auch, mit Terpenthinöl und Walkererde gemischt, in den Fleckkugeln enthalten, die nach der Behauptung ihrer Verkäufer zur Entfernung jeder Art von Flecken, Rost- und Dintenflecke ausgenommen, dienen sollen.

Freilich gehört zum Ausmachen von Rost- und Dintenflecken eine Säure, welche das Eisenoxyd in diesen Flecken auflöst, und hierzu kann man, ohne daß das Zeug oder Papier dabei angegriffen wird, am zweckmäßigsten Weinstein-, Citronen- oder Sauerkleesäure brauchen. Durch Salzsäure lassen sich Dintenflecke ohne Nachtheil aus Holz fortschaffen, besonders wenn man sie vorher mit etwa 5 Theilen Wasser verdünnt hat. Ebenso dient auch Chlorwasser zum Ausmachen von Dintenflecken.

Wein- und Obstflecke, wie überhaupt alle Säureflecke tilgt man am besten durch eine schwache Potaschenlauge oder mit wässerigem Ammoniak (Salmiakgeist). Ebenso lassen sich auch die Moderflecke, namentlich aus seidenen Zeugen, entfernen. Hier kann aber auch ebenso gut Chlorwasser in Anwendung gebracht werden. Dadurch, daß man gelb gewordenes Papier, gelb gewordene Kupferstiche u. s. w. über Chlorwasser hält, können dieselben ebenfalls wieder weiß werden.

Blutlaugensalz empfiehlt sich als ein vortreffliches Eisenfleckmittel. Professor Runge giebt in seiner technischen Chemie der Metalle Folgendes darüber an:

„Es war der Fall vorgekommen, daß durch ein Versehen beim Bücken, anstatt Potasche, Eisenvitriol mit der Wäsche in Berührung gebracht wurde, wodurch 300 Servietten und viel anderes Tischzeug eine vollkommen rostgelbe Farbe bekamen. Hier war an Kleesäure gar nicht zu denken und Salz- und Schwefelsäure wirkten nur äußerst unvollkommen ein, weil das Fett der Seife sich theilweise mit dem Eisenoxyd verbunden hatte. Ein 4- bis 5tägiges Einlegen in ziemlich starker Schwefelsäure war daher ohne allen günstigen Erfolg, und man war schon auf dem Punkte, die Wäsche verloren zu geben, als ich mich früherer Versuche erinnerte,

nach welchen ein Eisenfleck sehr leicht aus Wäsche gebracht werden kann, wenn man ihn vorher mit Cyaneisenkalium (Blutlaugensalz) blau färbt. Von diesem Salz wurde demnach etwas zur Schwefelsäure zugemischt und das Zeug darin herumgearbeitet, welches sich bald dunkelblau färbte; mit Potaschenlauge behandelt, wurde das Zeug wieder weiß. Bei einigen Stücken, die sehr gelb waren, mußte das Blaufärben wiederholt werden. Angegriffen wird bei diesem Bleichverfahren die Wäsche nicht."

Unter den bleichenden Reinigungsmitteln kommt sehr häufig die sogenannte Javell'sche Lauge (Eau de Javelle) in Anwendung. Sie enthält vorzugsweise Chlorkali oder Chlornatron und dient zur Entfernung von farbigen Flecken, wie sie von Wein and Kirschen auf weißen Zeugen erzeugt werden. Benäßt man die Flecke mit dieser Lauge und läßt dann die Luft einige Zeit auf sie einwirken, so verliert sich der Fleck vollständig nach einem Ausspülen mit reinem Wasser. Zuweilen hinterläßt aber diese Lauge einen braunen metallischen Fleck; dieser kann durch etwas verdünnte Salzsäure entfernt werden.

Im Ganzen hat man mit den Reinigungsmitteln, welche im Handel angepriesen werden, sehr vorsichtig und nicht ohne vorherige Versuche im Kleinen umzugehen, damit man nicht, wie es oft geschieht, neue Flecke schaffe. Entsteht nach Anwendung einer Säure ein Fleck auf farbigem Zeug, so kann man ihn leicht durch etwas Salmiakgeist beseitigen. Flecke von alkalischen Reinigungsmitteln auf gefärbten Stoffen werden dagegen durch eine verdünnte Säure entfernt.

Die Reinigung von alten werthvollen Oelgemälden ist eine Kunst, zu der ein gehöriges chemisches Wissen erforderlich ist; Pfuscher können bei ihnen einen unverbesserlichen Schaden anrichten. Zunächst kommt es hier auf ein richtiges Ermessen an, ob mit dem äußeren Schmutz der Firniß unter ihm entfernt werden darf oder nicht. Wasser wird bei allen Oelgemälden ohne Gefahr angewendet werden können. Freilich kann sich dadurch auch ihr Firniß ablösen, wenn derselbe aus arabischem Gummi, Eiweiß oder Leim besteht; doch wird dadurch die Reinigung um so vollständiger stattfinden. Wenn nach Anwendung von Wasser noch Schmutzflecke zurückbleiben, so schafft man dieselben in der Regel durch reines,

etwas erwärmtes Olivenöl fort. Die Seife darf man nur mit Vorsicht brauchen und zwar versuchsweise an einzelnen Stellen, da einige Farben sich durch sie zersetzen und somit vollständig verändern können. Weingeist und Terpenthinöl würden die harzigen Lackfirnisse von den Gemälden ablösen; man darf sie aber auch, wenn dieses nöthig ist, nur mit Vorsicht anwenden, damit sie nicht die Farben selbst erweichen.

Man hat es in der Auffrischung und Herstellung alter kostbarer Gemälde so weit gebracht, daß man sie selbst von ihrer durch das Alter fast mürbe gewordenen Leinwand auf eine neue überträgt. Das Wesentliche bei der Ausführung dieser in der That überraschenden Verjüngung alter Kunstwerke der Malerei besteht darin, daß man die Bildseite vermittelst eines durch Wasser leicht ablösbaren Gummi's auf steifes Papier klebt und nun die alte Leinwand vorsichtig theils durch ein Abwaschen, theils durch lösende Mittel entfernt, worauf die neue Leinwand auf die so gereinigte Rückseite aufgeklebt und dann das Papier und das Gummi durch Wasser abgelöst werden kann. Es versteht sich von selbst, daß es bei diesem Verfahren noch viele Einzelheiten giebt, um das Bild so zu verjüngen, daß es wieder mehrere Jahrhunderte hindurch der Vernichtung der Zeit oder vielmehr der atmosphärischen Luft und ihren zerstörenden Gasen widerstehen kann.

Besitzern von Gypsfiguren kann die Reinigung und Erneuerung derselben viel Vergnügen gewähren. Zu einer solchen Reinigung bereitet man sich ein helles reines Kalkwasser (I, S. 28) und mische zu demselben etwas von einer klaren Leimlösung. Hierauf läßt man die Gypsfigur in diesem Leimkalkwasser einige Zeit hängen, bis sich ein Kalküberzug auf ihr gebildet hat; dann stellt man die Figur zum Trocknen und überstreicht sie nun mit Alaunwasser, wodurch der weiße Ueberzug zugleich erhärten wird. Um solchen Figuren endlich noch einen vor Schmutz schützenden Glanz zu ertheilen, laßt man etwa 1½ Loth weißes Wachs und 1 Loth Oelseife in einer Kanne mit reinem siedendem Regenwasser zergehen, rührt die Mischung durcheinander und stellt nun die Figur für einige Minuten hinein. Nachdem sie trocken geworden, kann man dieses Experiment noch einmal wiederholen. Den vollkommensten Glanz erhalten diese so überwachsten Figuren, wenn man sie nach

einigen Tagen, nachdem sie vollständig trocken geworden, mit einem seidenen glatt um den Finger gespannten Läppchen polirt.

41.

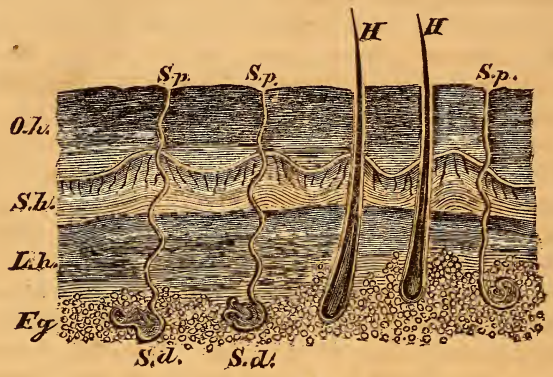
Der chemische Prozeß der Gerberei. Darmsaiten. Goldschlägerhäutchen. Leim, Kitte u. s. w.

Die Chemie der neueren Zeit hat deshalb einen so segensreichen Einfluß auf alle Künste und Gewerbe ausgeübt, weil sie das Verhalten der verschiedenartigsten Stoffe zu einander aufs genaueste untersuchte und die Gesetze, welche allen Verwandlungen der Körperwelt zu Grunde liegen, erforschte. So hatte denn auch die Gerberei seit Jahrtausenden keine weitere Vervollkommnung gefunden, als diejenige, zu der es auf dem Wege eines unwissenschaftlichen Umherprobirens gelangen konnte, bis das Wesen der Gerberei in seinen chemischen Ursachen erkannt wurde und der Gerbekünstler, mit dieser Naturkenntniß ausgerüstet, nun im Stande ist, seine Erzeugnisse nicht nur mannigfacher, sondern auch ohne bedeutendere Kosten von größerer Güte zu liefern. Die industriellen und erfindungslustigen Amerikaner bereiten schon jetzt ein künstliches saffianartiges Leder zu Ueberzügen, ohne sich dazu einer Thierhaut zu bedienen, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß man auch in ähnlicher Weise ein künstliches Sohlenleder darstellen wird.

Bekanntlich unterscheidet man Loh- oder Rothgerber, Alaun- oder Weißgerber und Pergamentgerber. Nur die beiden ersteren gerben im eigentlichsten Sinne des Wortes, indem der eine die thierische Haut mit Gerbstoff und der andere mit Alaun in eine chemische Verbindung bringt; daher wollen wir uns auch über deren Kunst zuerst unterhalten, vor allen Dingen aber erst die Haut selbst betrachten.

Die umstehende Zeichnung stellt den Querschnitt der Haut in einer starken Vergrößerung dar und zwar mit ihrem Fettgewebe (*F.g.*), der eigentlichen Lederhaut (*L.h.*) und der Oberhaut (*O.h.*), wo wir zugleich noch zwischen beiden letzteren die

Schleimhaut (*S.h.*), den eigentlichen Träger der Hautfarbe, bemerken. Sowohl die Schweißporen (*S.p.*), wie die Haare (*H.*), finden ihren Ursprung in dem Fettgewebe, wobei die Schweißporen aus den Schweißdrüsen entstehen.



Figur 45.

Fragen wir nun, worauf die Lohgerberei beruht, so sehen wir, daß diese Kunst ihr Dasein zunächst der merkwürdigen Eigenschaft des Gerbstoffs (Gerbsäure) verdankt, sich mit der eigentlichen Lederhaut, dem thierischen Zellenstoff, welcher beim Kochen Leim giebt, chemisch zu Leder zu verbinden. Da die chemische Forschung indessen gefunden, daß auch der Leim selbst und außerdem noch ganz besonders die Fleischfaser, mit Gerbstoff behandelt, lederartige Verbindungen geben, so ist die Erwartung nicht unbegründet, daß in der Lohgerberei mit der Zeit auch ebenso Leim und die Fleischfaser eine Verwendung zur Lederbereitung finden werden.

Es ist nun eine gewisse Art Gerbstoff, welche die genannten thierischen Substanzen in Leder verwandelt, und zwar der Gerbstoff, wie man ihn besonders in den Galläpfeln und in der Eichenrinde, dann aber auch in den Eicheln, Blättern und dem Holz der Eiche findet. Einen ähnlichen Gerbstoff liefert auch die Sumachrinde, die Tormentilwurzel und die Rinde der Weiden, Kastanien, Ulmen, Birken, Buchen, des Ahorns, der Esche, der Pappel und

mehrerer seltener Bäume. Das Catechu und das Kino, beides Extrakte ostindischer Pflanzen, ferner das Divi-Divi, die Samenkapseln eines afrikanischen Gewächses, die Granatschalen ꝛc. liefern zwar auch einen mehr oder weniger brauchbaren Gerbstoff, doch kann wegen ihres theuren Preises die Gerberei im Großen wenig Gebrauch von diesen Gerbmaterialien machen. Im Ganzen hat sich in neuerer Zeit der Mangel an Gerbmaterialien nicht wenig fühlbar gemacht, und es wäre daher zu wünschen, daß die landwirthschaftliche Industrie sich um den Anbau derjenigen Eichenarten verdient machte, welche der Gerberei das beste Gerbmaterial liefern.

Eines der vorzüglichsten Haarvertilgungsmittel, wie sie der Gerber bedarf, ist eine wasserhaltige Verbindung von Kalkmetall, Schwefel und Schwefelwasserstoff, nämlich das Calciumsulphhydrat. Freilich hat dieses Präparat keinen angenehmen Geruch, aber eine desto entschiedenere Wirkung, indem es die Haarsubstanz vollständig zerstört. Man erhält es, indem man Schwefelwasserstoff in eine aus Aetzkalk und Wasser bereitete Kalkmilch so lange unter Umrühren der Kalkmilch hineinleitet, bis sie eine dunkelblaugraue Farbe angenommen hat, welche von den Metallbeimischungen des Kalks herrührt, oder vielmehr, bis eine herausgenommene Probe des Präparats, auf eine haarige Haut aufgetragen, das Haar binnen fünf Minuten vollständig zerstört. Da indessen die Darstellung des Schwefelwasserstoffgases Vorsicht erfordert, so wäre es dem in chemischen Experimenten weniger erfahrenen Gewerbsmann, der eine größere Menge dieses haarzerstörenden Mittels darstellen wollte, anzurathen, sich das ganze Verfahren dabei von einem Chemiker lehren zu lassen.

Das Calciumsulphhydrat, welches zum Theil in Wasser auflöslich ist, kann Jahre lang in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. Die Enthaarung findet aber auf folgende Weise statt, daß man die Haare der vorher geweichten Felle und Häute mit der betreffenden Flüssigkeit übergießt, dieselbe dann mit einer Kelle gehörig einreibt und nun die Häute mit der Haarseite auf einander legt und mit Brettern und Steinen beschwert. Auf diese Weise wird z. B. das Haar eines Kalbfelles in einer, höchstens zwei Stunden so weit erweicht, daß man es sehr leicht und voll-

ständig abstreifen kann; jede Spur von Haar, selbst die Haarwurzel ist verschwunden, ohne daß die Haut dadurch im mindesten verletzt worden wäre.

Welch ein vortreffliches Mittel, selbst auch den Haarwuchs auf der lebenden Haut zu vertilgen! Jedenfalls hätte dieses Haarvertilgungsmittel, wäre es früher erfunden worden, den Seifenschaum und das Messer der Barbiere nicht so leicht zur Geltung kommen lassen. In unserer Zeit indessen, wo man für den Bart, sei es aus einem unverkümmerten Geschmack, sei es aus Gesundheitsrücksichten, die alte Vorliebe wiedergewinnt, kann jenes Haarvertilgungsmittel nur für die Gerberei eine wichtige Erfindung sein. Die Anwendung dieses Schwefelpräparats erspart den Gerbern nicht nur eine wochenlange Arbeit, sondern schützt auch die Häute vor dem sogenannten Verbrennen, dem sie durch das Einkalken und Schwitzenlassen mehr oder weniger ausgesetzt sind. Was aber den Naturfreund betrifft, der jede neu entdeckte Eigenthümlichkeit eines Körpers mit Interesse erfaßt, so wird es ihn an dem Calciumsulphhydrat nicht wenig überraschen, daß dieses Präparat, ohne die anderen thierischen Substanzen irgendwie anzugreifen, im Stande ist, in etwa einer Stunde, ja oft auch in kürzerer Zeit, das Haar in eine mürbe breiartige Substanz zu verwandeln, das unter gewöhnlichen Umständen Jahrhunderte lang der Verwesung zu trotzen vermag. Schließlich haben wir aber noch zu erwähnen, daß dieses Präparat durchaus nicht mit einem schon früher bekannten und Rhusma genannten Haarvertilgungsmittel zu verwechseln ist. Letzteres enthält zwar auch Schwefelkalcium, außerdem aber noch unter anderem Schwefelarsenik, wodurch seine Anwendung oft sehr gesundheitsgefährlich werden kann.

Die Gerbmaterialien werden meist zermahlen oder zerstampft. Das Gerben aber findet gewöhnlich auf die Weise statt, daß man die enthaarten Häute abwechselnd mit dem zermalmten Gerbmaterial, der Lohe, in oft über 10 Fuß tiefen Lohgruben schichtet, dann die oberste Lohschicht, von 1 bis 2 Fuß Dicke, mit Brettern und Steinen beschwert und nun so viel Wasser in die Grube laufen läßt, daß dasselbe bis oben über die Bretter steigt. Das Wasser macht nach und nach ein Extrakt aus der Lohe, welches in die Poren der Häute eindringt. Freilich geschieht dieses erst voll-

ständig, nachdem man dieses Eingerben der Felle 3 bis 4 Mal im Laufe von 4 bis 18 Monaten wiederholt hat. Nur durch ein langes Liegenbleiben in den Lohegruben und eine öftere Erneuerung der Lohe bildet sich endlich aus den Häuten das Leder, wie es die verschiedenen Lederarbeiter brauchen. Das Kalbleder wird in der kürzesten Zeit, doch nicht unter 3 Monaten, fertig; dagegen brauchen die dicken zu Sohlenleder bestimmten Häute im Ganzen 1½ bis 2 Jahre, bis sie recht vollkommen sind. Die vollständige Durchgerbung des Leders erkennt man aber beim Einschneiden desselben; sobald dasselbe im Innern noch einen fleischigen Stoff zeigt, ist es von dem aufgelösten Gerbstoff noch nicht gehörig durchdrungen worden oder hat vielmehr, richtiger bezeichnet, die chemische Verbindung des Gerbstoffs mit der thierischen Haut noch nicht in der ganzen Masse stattgefunden.

Indessen kann man auch ohne Gruben, bei Anwendung von verschiedenen starken Loheextrakten, in welche man die Häute in kürzeren Zeitabschnitten bringt, ein Sohlenleder schon in 4 bis 6 Wochen darstellen; auch begünstigt die Erwärmung der Loheextrakte nicht wenig den chemischen Prozeß des Gerbens. Ebenso hat man, namentlich in Amerika, außer dem Gerbstoff auch den Holzessig bei der Gerberei in Anwendung gebracht. Das Kreosot des Holzessigs bildet ebenso wie der Gerbstoff eine feste chemische Verbindnng mit der thierischen Haut und dem Faserstoff; doch beweist eine geräucherte Schinkenhaut eben nicht, daß sie ein gutes Leder gäbe; sie ist, wie das geräucherte Muskelfleisch, eine chemische Verbindung anderer Art, als das durch den Gerbstoff gewonnene Leder, und so wird die Räucherung und Gerberei nie einen gemeinschaftlichen Zweck erreichen. Ungleich vortheilhafter hat man aber endlich noch zur Beschleunigung des Gerbens eine bedeutende Druckkraft auf die Gerbeflüssigkeit angewandt, wenngleich auch unter manchen kostspieligen Vorrichtungen. Im Ganzen hat eine Gerberei ohne Gruben und somit ohne das Zeitigen des Leders keinen Anklang bei den deutschen Gerbern gefunden, und gewiß mit Recht, so lange diese sogenannte Schnellgerberei weniger gute Fabrikate liefert.

Das Juchtenleder der Russen zeichnet sich durch einen eigenthümlichen Geruch, sowie durch Stärke und Geschmeidigkeit

aus. Der Geruch rührt von dem brenzlichen Birkenöl her, das durch trockene Destillation oder eine Art Theerschwelen aus der Birkenrinde gewonnen wird; mit diesem Oel wird das Leder auf seiner Fleischseite eingerieben.

Der Corduan ist ein aus Ziegenfellen gegerbtes Leder, das in früherer Zeit sehr viel in der spanischen Stadt Cordova bereitet wurde, jetzt aber theils aus dem Orient nach Europa kommt, theils auch in Frankreich und Deutschland viel verfertigt wird.

Der Saffian, welchen man auch türkisch Leder und Maroquin nennt, wird ebenfalls meist aus Ziegenfellen, dann aber auch aus Schweinehaut verfertigt. Zur Darstellung des Chagrins verwendet man dagegen meist Pferdehäute; im Orient, wo man den besten Chagrin bereitet, bedient man sich dazu der Rückenhaut der Esel.

Eine besondere Lederwaare liefern die Häute mehrerer Fische und anderer Wasserthiere. Sie zeichnet sich entweder durch kleine harte Erhöhungen aus, oder bei einer glatten Beschaffenheit durch eine mosaikartige Fleckenzeichnung.

Gehen wir nun zu einer kurzen Betrachtung der Weißgerberei über, welche das Leder hauptsächlich für Handschuhmacher, Beutler, Sattler u. s. w. liefert, so finden wir, daß hier ein anderer Stoff den chemischen Prozeß der Lederbildung bewirkt und zwar der Alaun. Nachdem man die Enthaarung der Felle beendigt, werden sie mehrere Male durch die Gerbebrühe hindurchgezogen, welche aus einer Auflösung von 3 Theilen Alaun, 1 Theil Kochsalz in etwa 25 Theilen Wasser besteht; darauf werden sie auf einander aufgeschichtet und dann nach einigen Tagen getrocknet und appretirt, d. h. glatt gezogen. Zuweilen werden diese Lederarten, wie bei den Ungarn, auf der Fleischseite noch eingefettet.

Das französische und Erlanger Leder dient hauptsächlich zur Verfertigung von feinen Glanzhandschuhen. Der Weißgerber fertigt dieses Leder aus Gemsen-, Ziegen- und Lämmerfellen an. Bei der Bereitung des Sämischleders werden aber die Felle nicht einmal mit Alaun gegerbt, sodern nur mit Fett gewalkt, wobei sich das Fett in die Poren der Häute hineinzieht und so ein sehr geschmeidiges, dehnbares Leder bildet.

In einer ähnlichen Weise hört das Gerben auch bei der Bereitung des Pergaments auf. Dieses Leder, das seinen Namen von der Stadt Pergamus in Kleinasien erhalten hat, wo im Alterthum sehr viel Schreibpergament angefertigt wurde, wird in unserer Zeit meist nur noch zu Trommeln und Pauken gebraucht. Man bereitet es aus Kalb- und Ziegenfellen, zuweilen auch aus Esels- und Schweinehäuten. Felle von ungeborenen Lämmern geben das feinste Pergament.

Um Pergament darzustellen, müssen die Felle, wie bei jeder Lederfabrikation, erst gewässert, abgeschabt, enthaart, geputzt und mit einer sogenannten Schnellbeize, welche hier in Kalkwasser besteht, behandelt werden. Alsdann spannt man sie ganz straff in Rahmen und streicht sie auf der Fleischseite recht kräftig aus, daß dadurch das in dem Fell noch sitzende Kalkwasser hinweggeschafft wird, reibt sie nun auf der Fleischseite mit Kreide ein und ebnet sie mit einem glatt geschliffenen Bimssteine, was man auch auf der Narbenseite thut. Einige Pergamentsorten werden, nachdem jenes Einreiben und Glätten mehrere Male wiederholt worden und das Fabrikat vollständig trocken ist, mit einem Leim getränkt, den man aus den Pergamentschnitzeln kocht und mit Seife versetzt; andere werden mit einem gelben Anstrich von Kreuzbeeren versehen.

Wie in der Weißgerberei die Haut mit dem Alaun, so trocknet dieselbe hier mit der eingeriebenen Kreide zu einer festen und der Fäulniß widerstehenden Masse ein.

Man hat mehrfache Versuche gemacht, das Leder zur Fußbekleidung wasserdicht und ungleich dauerhafter zu machen. Ganz besonders eignet sich dazu ein Firniß, den man aus 20 Theilen Hanf- oder Leinöl und 1½ Theilen Mennige durch Kochen bereitet. Mit diesem Firniß hat man die Fleischseite des Leders nach jedesmaligem Austrocknen am Ofen oder in der Sonne so oft zu bestreichen, bis es davon völlig durchdrungen ist. Schuhe und Stiefel kann man nur dann mit diesem Firniß wasserdicht machen, wenn die Narben- oder die glatte Seite des Leders nach innen gekehrt ist. Auch der Kautschuckfirniß, eine Auflösung des Kautschucks in Terpenthinöl oder auch in Steinöl, vermag das Leder und die Lederwaaren wasserdicht zu machen.

Das lackirte Leder ist ebenfalls wasserdicht. Das Verfah-

ren beim Lackiren besteht darin, daß man einen guten Kienruß in einem leicht verschlossenen Topfe ausglüht und ihn auf einem Reibstein mit Leinölfirniß abreibt, darauf die Masse mit mehr Firniß verdünnt und nun das Leder ein oder zwei Mal anstreicht. Ist dieser Anstrich trocken geworden, so reibt man aufs neue Ruß mit Oelfirniß ab, verdünnt das Abgeriebene mit einer gleichen Menge Kopalfirniß (aus 16 Theilen Kopal, 2 Theilen venetianischem Terpenthin, 4 Theilen Mastix, 8 Theilen Leinölfirniß und 28 Theilen Terpenthinöl) und trägt die so erhaltene Masse auf das Leder gleichmäßig auf. Nach dem Trocknen des Ueberzuges reibt man ihn mit zart gepulvertem Bimsstein und einem angefeuchteten Tuchlappen, befreit ihn durch einen mit Wachs getränkten Schwamm von allen Unreinigkeiten und wischt ihn mit einem Tuche ab. Der vollste Glanz wird noch dadurch herbeigeführt, daß man noch einen mit Kienruß abgeriebenen Kopalfirniß mit einem Pinsel sehr dünn aufträgt.

Einen weißen, rothen, blauen, grünen, gelben Lack für Lederwaaren erhält man, je nachdem man feines Bleiweiß (Kremserweiß), Kugellack, Berlinerblau, krystallisirten Grünspan oder Ocker theils mit Terpenthinöl, theils mit Kopalfirniß anreibt; den letzteren stellt man zu diesem Zweck auch durch Auflösung von 1 Th. Kopalpulver in 2 Th. Terpenthinöl her, worauf man dieser Auflösung ebenso viel Leinölfirniß zusetzt.

Wenn Leder schimmelt, so ist das ein Beweis, daß es nicht vollkommen gut gegerbt war. Wenn man ein solches Leder mit Holzessig anfeuchtet, so verliert sich der Schimmel und kommt nicht so leicht wieder, da bekanntlich das Kreosot des Holzessigs fäulnißwidrig wirkt.

Wie die Schafe, Lämmer, Ziegen und ähnliche friedsame Geschöpfe ihre Haut zu den Pauken und Trommeln einer wilden Schlachtmusik hergeben, so müssen sie noch mit ihren Därmen in den Streichinstrumenten nicht nur eine Orchestermusik unterstützen, sondern dieselbe sogar zu ihrer schönsten Entfaltung erheben. Was wäre eine Orchestermusik ohne die Geige, die Geige verdankt aber ihren Reiz nur der zart schwingenden Elastizität einer Darmsaite.

Ein besonderes Studium in der tönenden Eigenschaft dieser und jener zu Saiten verarbeiteten Därme haben die Italiener gemacht; sie haben dem Zauber der Musik oder vielmehr dem besten Material dazu in den Eingeweiden alter und junger Thiere nachgespürt und so auch gefunden, daß 7 bis 8 Monate alte Lämmer Saiten geben, welche sich vor allen anderen durch einen hellen Klang und durch Dauerhaftigkeit auszeichnen.

Freilich kommt es hierbei auch ganz besonders auf die Darstellungsweise der Saiten an. Im Allgemeinen werden die Därme erst durch Wasser, Potaschenlauge und durch Schaben von ihren Fetten und Schleimtheilen befreit, nachdem man sie aufgeschlitzt hat. Darauf dreht man sie vermittelst einer Vorrichtung, welche Drehhaspel genannt wird, und bestimmt die Anzahl der Drehungen nach den verschiedenen Saitensorten. Zu der Saite D wird z. B. das Rad 40 Mal, zu der Saite A 60 Mal, zu der Saite E und G 80 Mal herumgedreht, während man von Zeit zu Zeit die Saite der Länge nach mit Schachtelhalm reibt und mit einem Reibholz glättet. Bei der Fabrikation der feineren Saiten verfährt man umständlicher. Diese werden unter anderem auch noch geschwefelt.

Die durch Schaben und Auslaugen von allem Schleim und Fett befreiten Därme werden oft so dünn wie ein Zwirnsfaden; daher wird z. B. das C auf der Baßgeige gewöhnlich aus 120, das C auf dem Violoncell aber schon aus 80 solcher Darmfäden zusammengedreht. Zu den feinsten Harfensaiten braucht man nur 2, zu der Quinte E der Geige und zu D 6 oder 7 Därme.

Die Goldschlägerhäutchen werden meist aus den Mastdärmen von Rindern in einer ähnlichen Weise präparirt, wie die Därme zu den Saiten. Sie erhalten eine bedeutende Zartheit und Feinheit dadurch, daß die Därme hierzu von allen ablösbaren Häuten getrennt werden. Die Goldschläger können Gold- und Silberstangen zu dem bekannten Gold- und Silberschaum nur dadurch ausschlagen, daß sie die Stangen zuerst zu einem dünnen Blech schmieden, dann dieses Blech zwischen Pergamentblättern und endlich zwischen den Goldschlägerhäutchen bis zur äußersten Feinheit aushämmern. So werden auch Messing, Tomback, Semilor und ähnliche Metallmischungen zwischen den Goldschläger-

häutchen zur äußersten Feinheit als unechtes Blattgold ausgeschlagen. Zum Dünnschlagen des Zinns zu Staniol, das bekanntlich nur die Dicke des Papiers besitzt, braucht man keine Goldschlägerhäutchen; gewöhnlich wird das Zinnblech vermittelst Streckwalzen zu Staniol verarbeitet.

So findet selbst die Thierhaut in mancher Verarbeitung von Metallen eine wesentliche Anwendung. Ein und dasselbe Material bringt oft die verschiedenartigsten Künste und Gewerbe in einen engen Zusammenhang, und da die Chemie die Aufgabe hat, uns die meisten Materialien und ihre Verarbeitung kennen zu lehren, so bildet sie gewissermaßen eine Centralwissenschaft, in welcher sich auch die meisten Künste und Gewerbe zu einem allgemeineren Verständniß vereinigen. Es würde daher auch unsere Chemie der Künste und Gewerbe nur sehr einseitig und unbefriedigend ausfallen, wenn wir in ihr nur diejenigen technischen Vorgänge berücksichtigen wollten, wo chemische Veränderungen im Spiele sind. Bei dem Gerben der Häute fand eine solche chemische Veränderung statt; bei der Darmsaiten- und Goldschlägerhäutchenbereitung geht mehr eine mechanische Reinigung der betreffenden thierischen Substanzen vor, als ein wirklich chemischer Prozeß; dennoch kam auch eine allgemeine Berücksichtigung der beiden letzteren Industriezweige das einfachste Verständniß des ersteren begründen helfen. Wenn wir aber die Chemie der Gerberei noch in einer sehr wohlthätigen gewerblichen Kunst würdigen wollen, so haben wir uns jetzt in der Werkstätte eines Kürschners umzusehen.

Der Kürschner oder Pelzer ist, wie der berühmte Gewerblehrer v. Poppe sagt, eine Art Gerber und Schneider in einer Person. Als Gerber versteht er die Kunst, Häute und Felle von Thieren, ohne sie zu enthaaren, gahr zu machen, d. h. zu gerben; als Schneider muß er sie dann zu Pelzkleidern, Pelzkragen, Pelzmützen, Muffen und dergl. zuschneiden und zusammennähen.

Wir brauchen nur bei einer reichen Kürschnerhandlung vorbeizugehen, um an dem Schaufenster derselben die verschiedenen Thiere kennen zu lernen, deren Felle der Kürschner für die winterliche Behaglichkeit des Publikums verarbeitet. Es eröffnet sich oft da vor unseren Augen ein ganzes zoologisches Kabinet von den zahmsten Haus-, bis zu den wildesten Raubthieren, entweder in

einer künstlerischen Ausstopfung, oder in einer nicht weniger künstlerischen Verarbeitung zu Pelzwerken. Die theuersten Felle liefert ihm aber der Zobel und das Hermelin; diesen schließen sich dann die sibirischen Eichhörnchen, die Fischottern und die schwarzen Füchse an. Mit ihren Fellen schmückt sich die gebietende Welt; was sonst noch einen feinhaarigen Balg liefert, erfreut das übrige Publikum, unter welchen selbst noch der Schafspelzträger der Kunst des Kürschners dankbar ist. Dagegen verschmäht es oder scheut sich vielmehr der heutige Europäer, sich in eine Tiger- oder Leopardenhaut zu hüllen, und so breitet er sie zum wärmenden Teppich nur seinen Füßen unter, oder überläßt sie auch als eine schützende Decke den Pferden.

Bei der Reinigung der verschiedenen Bälge, welche in der Regel ohne einen Bauchschnitt den Thieren über den Kopf abgestreift werden, hat sich der Kürschner wohl zu hüten, scharf ätzende Mittel anzuwenden. Zuerst reibt er die Fleischseite der Bälge mit Oel oder Schmalz ein; dann schichtet er dieselben in eine Tonne, die Trampeltonne, in welche nun ein Arbeiter hineintritt und die Felle 3 bis 4 Stunden lang betrampelt, damit das Fett in die Poren hineinziehe und die Haut geschmeidig mache. Darauf werden die Bälge auf der Fleischseite mit Salzwasser oder mit Weizenkleie und Flußwasser bestrichen und aufgeschichtet einen Tag liegen gelassen, wobei die Schleimtheile sich so weit auflockern, daß sie nun abgeschabt werden können. Das Betrampeln, Einsalzen und Abschaben wird nach dem Trocknen der Bälge wiederholt, wenn dieselben nicht ganz geschmeidig sind. Hiernach werden die Felle gedehnt und gereckt, mit der Haarseite nach außen gekehrt, in einem Kessel mit Sägespähnen und Kleie erwärmt und mit den Füßen getreten, damit die Haare ihre Fettigkeit verlieren, und so gelangen sie endlich nach solchen Vorkehrungen zu der Beschaffenheit, daß sie, ausgeklopft und gekämmt, zu Kleidungsstücken verarbeitet werden können.

Bei diesem ganzen Verfahren findet eben keine besondere chemische Veränderung statt; das Faulen der thierischen Substanz, das sonst beim Gerben der Gerbstoff und der Alaun verhindern, wird bei der Bearbeitung der Bälge nur dadurch verhindert, daß das Fett und das Kochsalz die Poren der Haut durchdringen und

somit hier die Einwirkung der atmosphärischen Luft nicht so leicht stattfinden kann.

Mehr tritt die Chemie beim Färben der Pelze ein, wozu die Haare erst gebeizt oder, wie der Kürschner sagt, getödtet werden müssen, damit sie die Farbenflüssigkeit annehmen. Zu einer guten Pelzfärbung gehört aber außerdem noch die Beachtung sehr vieler einzelner Umstände, welche nur in der Praxis selbst ihr unterhaltendes Verständniß finden können.

Die Verwendung der Abfälle, welche die Verarbeitung vieler Materialien bietet, kann oft einen besonderen Industriezweig bilden. Was aber die Leimsiederei betrifft, zu deren kurzen Betrachtung wir jetzt gelangen, so sind es besonders die Abfälle von chemisch noch unveränderten Häuten und Fellen, wie sie bei Gerbern, Pergamentmachern und Handschuhmachern vorkommen, und endlich die Knochen, Knorpeln, Sehnen und Fischgräten aus der Küche, welche die Leimsiedereien mit dem nöthigen Material zur Leimgewinnung versorgen. Freilich werden in großen Leimfabriken auch ganze Thierhäute verwendet.

Man hat bis auf die neuere Zeit geglaubt, daß alle die genannten Thierstoffe einen und denselben Leim liefern; jetzt unterscheidet man aber mehrere Arten davon, von denen eine aus den Knochen junger Thiere und den Knorpeln, Chondrin genannt wird. Die Knochen der Knorpelfische geben eine leimende Substanz, welche beim Erkalten nicht gelatinirt, sondern zu einer hellen Masse eintrocknet.

Was die Knochen betrifft, so bestehen sie aus zwei Hauptbestandtheilen, und zwar aus der Knochenknorpel und der Knochenerde. Man kann den Knochenknorpel in der Gestalt des Knochens von durchscheinender weicher Beschaffenheit erhalten, wenn man einen Knochen in sehr verdünnter Salzsäure von gewöhnlicher Temperatur längere Zeit hängen läßt; die Salzsäure löst allmälig den phosphorsauren Kalk der Knochen auf, worauf man den Knorpel wiederholt in kaltes Wasser legt, der die ihm noch anhaftende Säure auszieht. Dieser Knochenknorpel besteht aus einem leim-

gebenden Gewebe und verwandelt sich durch Kochen mit Wasser sehr schnell in Leim, welcher beim Durchseihen klar und farblos erscheint.

Aus diesem leicht ausführbaren Experiment ergiebt sich auch, worin das Wesentlichste bei der Gewinnung des Knochenleims beruht. Im Ganzen ist der Knochenleim dem gewöhnlichen braunen Tischlerleim vorzuziehen. Er besitzt eine so bedeutend bindende Kraft, daß Holz, welches man damit geleimt hat, eher an einer anderen, als an der geleimten Stelle spaltet.

Zu dem gewöhnlichen Tischlerleim werden gleichzeitig vielerlei leimgebende Substanzen mit Wasser ausgekocht. Dieses geschieht in kupfernen Kesseln, deren Boden mit Stroh bedeckt ist, damit das Anhaften und Anbrennen der Masse möglichst verhindert werde, was die klebende Kraft des Leims nicht wenig vermindern würde. Darauf wird nun der kochendheiße Leim durch einen auf dem Boden mit Stroh bedeckten Korb gegossen, durch Absetzenlassen geklärt, dann weiter abgedampft, bis die Masse beim Erkalten eine steife Gallerte giebt, welche man nun durch Drähte in dünne Scheiben schneidet und auf einem Bindfadengeflecht trocknen läßt.

Die dem Leim noch beigemischten Unreinigkeiten beeinträchtigen seine bindende Kraft. Diese wird aber sehr vermehrt, wenn man ihm auf jedes Pfund 2 Loth gepulverte Kreide oder noch besser 2 Loth Borax oder Bleiweiß zumischt. Man kann auch den Leim wasserdicht machen. Zu diesem Zweck erweicht man ihn in Wasser, ohne daß er zergeht, und mischt ihn dann mit einer hinreichenden Menge Leinöl bei gelinder Hitze. Dieser Leim verhindert es, daß geleimte Gegenstände in feuchter Luft auseinander gehen.

Der Leim besitzt die Eigenschaft, so viel kaltes Wasser einzusaugen, als er an Gewicht beträgt. Man kann hiernach die Güte des Leims ermitteln, wenn man ihn vorher wägt, dann einen Tag lang in kaltem Wasser liegen läßt und nun sieht, ob die Gallerte noch einmal so schwer geworden ist. Durch ein wiederholtes Erhitzen und Abkühlen verliert er die Eigenschaft, eine Gallerte zu bilden. Bleibt der gelatinirte Leim bei einer mäßigen Wärme lange Zeit der freien Luft ausgesetzt, so wird er sauer, dünner und geht unter Entwickelung von Ammoniak dann leicht in eine sehr übelriechende Fäulniß über. Eine Zumischung von starkem Essig

verhindert für lange Zeit die Fäulniß, ohne die bindende Kraft des Leims zu zerstören.

Anders verhält sich dagegen die noch nicht verkochte und gelatinirte Leimsubstanz in den Knochen. Man hat die Knochen von Menschen- und Thiermumien aus den egyptischen Gräbern untersucht und gefunden, daß sie nicht allein den gewöhnlichen Gehalt der Knochenknorpel besaßen, sondern daß dieser sich auch noch zu Leim verkochen ließ, obgleich diese Knochen über 3000 Jahre alt waren. Dagegen fand man in den Knochenresten der vorweltlichen Thiere keine Leimsubstanz mehr, und zwar theils in Folge der abwechselnden Nässe und Trockenheit, denen sie ausgesetzt waren, theils dadurch, daß fremde lösbare Substanzen, in die Knochenporen eindringend, die Leimsubstanz darin zerstörten und, mit der Zeit erhärtend, die Knochen in einen versteinerten Zustand überführten.

Der Leim ist endlich weder in Alkohol, noch in Aether, noch in flüchtigen und fetten Oelen löslich. Dagegen kann, wie wir es schon in Th. I, S. 239 gesehen, der Leimzucker durch Schwefelsäure in eine eigenthümliche zuckerartige Substanz verwandelt werden. Durch Salpetersäure zersetzt sich der Leim in mehrere verschiedenartige Stoffe, unter denen sich eine eigenthümliche Säure, die Zuckersäure, bemerkbar macht; diese Säure entsteht indessen in größerer Menge, wenn man Zucker, Stärke oder Gummi mit Salpetersäure behandelt. Wird indessen die Auflösung des Leims in Salpetersäure abgedampft, so verwandelt sie sich vor dem Eintrocknen unter einer theilweisen feurigen Explosion in eine schwammige Kohle.

So viel über die Gewinnung und die Eigenschaften des Leims. Während wir in unserer Chemie der Küche von der thierischen Gallerte eben nichts Preiswürdiges anführen konnten, müssen wir in der Chemie der Künste und Gewerbe dieser Gallerte oder vielmehr der Leimsubstanz als einem der für uns wichtigsten Naturerzeugnisse unsere Anerkennung zollen. Vom Leder, das unsere Füße schützt, bis zu dem Klebemittel, das unsere Möbel in ihrem Gefüge zusammenhält, bildet die thierische Leimsubstanz eine ganze Kette der verschiedensten Dinge, von denen der Leim in der That nicht die unwichtigste Rolle spielt. Wie weit man aber in der

Industrie der Leimplatten gekommen ist, das beweist das sogenannte Glaspapier, das nicht allein zum Durchzeichnen gebraucht wird, sondern auch in seinen verschiedenen Färbungen zu Neujahrskarten und ähnlichen Galanteriegegenständen eine Verwendung gefunden hat.

Wie vielfach indessen auch ein Naturerzeugniß verwendet werden kann, die Natur ist nicht so einseitig, daß der Mensch in seinen Bedürfnissen nur auf ein Material angewiesen bleibt. Dieses mögen uns schließlich noch einige Bereitungsweisen verschiedener Klebemittel und Kitte beweisen, welche wir außer dem thierischen Leim ebenso oft in der häuslichen Wirthschaft wie in unseren gewerblichen und künstlerischen Beschäftigungen in Anwendnng zu bringen haben.

Unter den Klebemitteln hat sich in neuerer Zeit das Stärkegummi, auch Leiokom genannt, als sehr brauchbar beim Zeugdruck, bei der Fabrikation von bunten Papieren, Wasserfarben u. s. w. erwiesen. Die Darstellung des Leiokoms im Großen, wie sie namentlich in Frankreich betrieben wird, ist eine etwas umständliche; wie wir es im Kleinen darstellen können, haben wir schon im 1sten Theil unserer chemischen Unterhaltung Seite 87 gesehen. Im Ganzen ist es nichts weiter, als ein veränderter, in fester Form erscheinender Stärkekleister. Was die Mittel betrifft, diesen Stärkekleister lange Zeit frisch zu erhalten, so beruhen sie darauf, ihn vor Gährung zu schützen. Als ein solches Schutzmittel empfiehlt sich ganz besonders der Zusatz von etwas Bleizucker, vorausgesetzt, daß man den Kleister nicht bei Kinderspielwaaren oder gar bei Dingen benutzt, welche genossen werden können.

Gute Klebemittel und Kitte werden durch eine Vermischung von Eiweiß oder auch von geronnener Milch mit ungelöschtem Kalk bereitet. Der Gill'sche Universalkitt ist eine ähnliche Mischung, mit einem Zusatz von Kampher versehen. Man trocknet hierzu den geronnenen Theil der Milch, also ihren Quark oder Käse, auf einer ausgespannten Leinewand so vollkommen aus, daß er sich zu einem Pulver zerreiben läßt. Darauf vermischt man in einem steinernen Mörser 90 Theile dieses Käsepulvers mit 10 Th. ungelöschtem Kalk und 1 Theil Kampherpulver, welches man durch

Zerreiben eines Stückes Kampher mit etwas Weingeist darstellen kann. Von diesem pulverigen Klebemittel, welches in wohl verschlossenen kleinen Flaschen aufbewahrt werden muß, braucht man nur etwas mit Wasser zu einem Teige anzureiben, um den gewünschten Kitt zu erhalten. Man kann denselben auch sehr zweckmäßig zum Aufkleben von Holz auf Stein anwenden; ebenso lassen sich auch Steinwaaren damit zusammenkitten.

Eine Mischung von gelöschtem Kalk und Eiweiß empfiehlt sich ganz besonders zum Kitten von Glas- und Porzellansachen, doch muß man sich hier mit der Anfertigung dieses Kittes, wie mit seiner Anwendung sehr beeilen, weil er sehr schnell erhärtet. Dasselbe gilt bekanntlich auch bei der Anwendung des gebrannten Gypses in seiner Vermischung mit Wasser zum Einkitten von Nägeln in Mauerwerken. Der gebrannte Gyps nimmt sein durch das Brennen verloren gegangenes Krystallisationswasser wieder auf, sobald er mit Wasser gemischt wird, und erhärtet dabei zu einer festen Masse. Der gebrannte Kalk dagegen verbindet sich zwar auch chemisch mit dem Wasser, erhärtet aber erst zu einem Kitt durch eine chemische Verbindung mit dem Käsestoff und dem Eiweiß.

Man kann indessen auch noch vortreffliche Steinkitte aus Terpenthin, Wachs, Schwefel, Pech u. s. w. bereiten. So erhält man z. B. schon einen sehr guten Steinkitt, wenn man gleiche Theile Terpenthin und Wachs gelinde zusammenschmilzt und dann unter die geschmolzene Masse doppelt so viel fein gestoßenen Schwefel und etwas Steinstaub mischt. Indessen kann auch der Mastix und der Schellack sehr zweckmäßig zum Kitten von Glas- und Porzellansachen verwendet werden. Den Mastix reibt man mit Wasser zu einem feinen Brei zusammen, bestreicht mit einem kleinen Pinsel die beiden Ränder des Glases, die an einander gekittet werden sollen, und läßt diesen Anstrich trocken werden; darauf hält man die beiden Ränder über ein Kohlenfeuer, damit der aufgestrichene Mastix schmelze, und fügt nun beide Seiten passend an einander.

Der Fensterkitt des Glasers besteht aus Kreide und einem aus Bleiglätte (Bleioxyd) und Leinöl gekochten Firniß. Will man Eisengeräthe kitten, so bereitet man sich am zweckmäßigsten einen

Teig aus 6 Theilen gewöhnlichen Töpferthon, 1 Theil Eisenfeilpulver und eine hinreichende Menge Leinöl.

Beschließen wir indessen unsere Unterhaltung über die Klebemittel mit einer neueren Erfindung, welche in Bezug auf die klebende Kraft mehr als irgend ein anderes Kunstprodukt das Staunen aller Kenner erregt hat. Die von einem Komité englischer Schiffsbaumeister angestellten Versuche, den Werth dieser Erfindung zu prüfen, sind ebenso interessant wie belehrend; von diesen Versuchen mögen uns aber folgende unterhalten.

Zwei Stücke eines Holzes, das sich seiner öligen Beschaffenheit wegen schwer leimen läßt, wurden vermittelst dieser klebenden Substanz, welche sich im siedenden Zustande befand, zusammengeklebt und konnten nun nach einer kurzen Zeit nicht einmal durch die Last von einigen hundert Centnern von einander gerissen werden. Darauf hatte man vier Balken eines harten Holzes, welche zusammen ein Gewicht von etwa 40 Centnern hatten, mit diesem Klebemittel verbunden, dann bis zu einer Höhe von etwa 70 Fuß aufgezogen und nun auf einen harten Granitboden herabgeworfen, ohne daß hierdurch irgend eine der Verbindungen nachgegeben hätte.

Endlich versuchte man die Kraft von abgefeuerten Kanonenkugeln auf dieses Klebemittel. Hierzu wurde eine Anzahl eichener Brettstücke mit demselben zu einer 8 Fuß breiten und 8 Fuß hohen Schießscheibe vereinigt, ohne daß man hierbei einen Bolzen oder ein anderes Verbindungsmittel anwandte, und diese als Ziel aufgestellt. Drei Schüsse, die zuerst abgefeuert wurden, trafen alle auf die Scheibe, sie zerrissen das Holz in Stücke und hatten dennoch nicht die zusammengeklebten Stellen aus einander gerissen. Endlich wurde in einer solchen zusammengeleimten Scheibe im Centrum ein Loch von etwa 6 Zoll Durchmesser ausgebohrt, darauf eine 32pfündige mit Pulver gefüllte Bombe in dasselbe gesteckt und angezündet. Bei dem Platzen dieser Bombe wurde die Holzscheibe in kleine Splitter zerrissen, ohne daß die Risse eben besonders an den geleimten Stellen bemerkbar wurden.

Sehen wir aber nun, woraus dieses merkwürdige Klebemittel besteht, so muß es uns nicht weniger überraschen, in ihm als Ingredienzien drei längst bekannte Dinge wiederzufinden, und zwar

Schellack und Kautschuk in einer Auflösung von Steinöl. Nach einer englischen Vorschrift hat man nämlich zur Darstellung dieses Klebemittels oder Zements, wie es außerdem noch genannt wird, 1 Gewichtstheil zerschnittenes Kautschuk einige Wochen in etwa 36 Gewichtstheilen Steinöl liegen und sich zu einer gallertartigen Masse aufweichen zu lassen und dann 1 Theil von dieser Masse mit 2 Theilen Schellack über einem gelinden Feuer zu mischen. Die Anwendung dieses Klebemittels kann aber nur im heißen Zustande stattfinden, wo es dann mit einem Pinsel auf das zu kittende Holz u. s. w. aufgetragen wird.

Wie als ein vortreffliches Bindemittel, so kann sich diese Mischung zugleich auch als ein wasserdicht machender Firniß empfehlen. Sie besitzt die zu einem Firniß schätzenswerthe Eigenschaft, in der Wärme sich auszudehnen, ohne in der strengsten Kälte spröde zu werden.

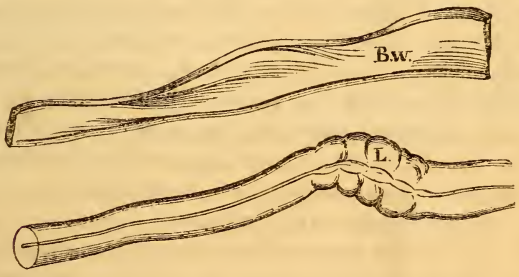
42.

Die Pflanzenfaser, die Haare und die Seide.

Obgleich fast bei keinem Industriezweig, welcher sich namentlich mit der Gewinnung und weiteren Zurichtung von Rohprodukten beschäftigt, irgend eine chemische Mitwirkung ausbleibt, so würde es uns doch gegen den eigentlichen Zweck unserer Unterhaltungen zu weit führen, wenn wir alle solche Industriezweige, bei denen nicht die chemischen, sondern die mechanischen Wirkungen das Wesentliche thun, näher besprechen wollten. Indessen wird es für uns ebenso nützlich wie unterhaltend sein, wenn wir einige dieser Rohprodukte in ihrer chemischen und mechanischen Verwendung betrachten, da wir bei dieser Gelegenheit nicht allein das wundersame chemische Walten noch deutlicher erfassen können, sondern auch das Wesentlichste mehrerer mechanischen Industriezweige kennen lernen, welche als die eigentlichsten Stützen unserer Kultur zu schützen sind. Beginnen wir zu einer derartigen vergleichenden Unterhaltung mit der Pflanzenfaser und ihrem industriellen Hauptprodukte.

Wie die Pflanzenfaser durch ein chemisches Walten unter einer geheimnißvollen Lebenskraft entsteht, ist uns bekanntlich noch ein Räthsel. Dagegen ist es gewiß, daß sie derjenige Hauptbestandtheil der Pflanzen ist, welcher sich in ihrem chemischen Lebensprozesse aus Kohlensäure und aus Wasser bildet, mithin aus Körpern, welche in gasförmiger Gestalt meist die Luft den Gewächsen zur Nahrung bietet. So ist denn nun auch die Pflanzenfaser des Leins und der Baumwolle, welche uns kleidet, ursprünglich ein chemisches, aus Luftbestandtheilen gebildetes Produkt, das um so werthvoller ist, je weniger es beim Verbrennen Asche zurückläßt, also diejenigen Bestandtheile, welche die starre Erde der Pflanze gewährt.

Verweilen wir nur einige Augenblicke bei den uns kleidenden Pflanzenfasern, so finden wir zunächst, daß auch hier eine gewisse Mannigfaltigkeit in der Gestaltung herrscht; dennoch müssen diese verschiedenen Pflanzenfasern, wie es in der folgenden Zeichnung



Figur 46.

die mikroskopisch vergrößerte Baumwollen- und Leinenfaser lehrt, darin übereinstimmen, daß sie aus langgestreckten Zellen gebildet sind.

Unter den bei uns einheimischen Pflanzen behauptet die Leinpflanze mit ihren Stengelfasern, welchen wir Flachs nennen, einen großen Vorzug vor der Hanfpflanze, deren Fasern zu gröberen Geweben, zu Bindfäden, Seilen u. s. w. angewendet werden. Indessen können auch mehrere bei uns einheimische Nesselarten, z. B.

die große Brennnessel, ein gutes Material zu Garn und Geweben liefern, wie wir es an dem echten Nesseltuch sehen. Zu den leinähnlichen Geweben der wärmeren Zone dagegen liefern der Bast mehrerer Bäume und selbst manche Blätter das erforderliche faserige Material.

So giebt der Brodfruchtbaum Ostindiens den Bewohnern daselbst nicht allein in dem gebackenen markigen Fleisch seiner Früchte ein nahrhaftes Brod, sondern der Bast dieses Baumes läßt sich auch zu schönen Geweben verarbeiten. Der neuseeländische Flachs bietet dagegen in seinen schilfartigen Blättern außerordentlich starke Fasern zu Tauen und Schnüren, wozu auch in Mexiko die Blattfasern aus der sogenannten hundertjährigen Aloe meist verwendet werden.

Vor allen diesen Pflanzenfasern hat aber die Faser der Baumwollenpflanze die weiteste Verbreitung auf der Erde gefunden, wovon gewiß auch die leichte Gewinnung dieser Faser die Ursache ist. Die Baumwollenpflanze nämlich, von der es in Asien und Amerika verschiedene Arten giebt, enthält nur in ihrer Saamenkapsel die Baumwolle. Diese Saamenkapsel, meist von der Größe einer Wallnuß, platzt auf, sobald sie reif ist, und die in ihr steckende Baumwolle kann, durch eine besondere Walzenmaschine von ihren Saamenkörnern befreit, nun ohne ein umständliches Waschen und Reinigen, wie es bei den anderen Pflanzenfasern geschieht, verarbeitet werden. Dabei enthält eine Saamenkapsel keine geringe Menge von der Baumwolle; diese sitzt in der Kapsel so dicht eingepreßt, daß sie beim Herausnehmen die ganze Hand füllt.

Die Gewinnung der Flachs- und der Hanffasern beruht darauf, daß man den inneren faserigen Theil der Stengel von der Rinde und ihren gummigen und harzigen Stoffen befreit; dieses geschieht durch ein Dörren und dann durch ein Brechen oder Schwingen der Flachs- und der Hanfstengel. Nach dieser Reinigung, welche auch oft mit einem Waschen und Bleichen verbunden ist, werden die Fasern gehechelt, wobei man die kürzeren Fasern als Werg oder Hede absondert. Aber erst nach dieser Zubereitung kommt der Flachs und der Hanf in die Spinnereien und von dort in die Webestühle.

Ueberlassen wir hier die uns kleidende Pflanzenfaser dem

speciellen Studium derjenigen Techniker, welche sich die Verarbeitung derselben zum Gewerbe gemacht haben, und sehen wir nun, wie der menschliche Erfindungsgeist aus den bereits vertragenen Leinen- und Baumwollenzeugen ein neues kulturwichtiges Kunstprodukt, nämlich das Papier, zu schaffen wußte.

Lange Zeit vor der Erfindung des Papiers hatte man sich als Schreibmaterial nur der unbequemen Tafeln von Stein, Erz, Holz und Wachs bedient. Wie kümmerlich dieses Schreibmaterial, so kümmerlich aber auch der geistige Segen der Schrift; dieser Segen wurde daher bei den alten Völkern auch nur wenigen Auserwählten zu Theil, und erhob sich selbst noch nicht zu einem Gemeingut der Menschen, als man endlich auch auf Thierhäuten, ferner auf dem aus diesen bereiteten Pergament und ebenso auf den zusammengeleimten Halmen des in Egypten häufig vorkommenden Papierschilfs schrieb.

Erst mehrere Jahrhunderte nach Christi Geburt wurde die Bereitung des Papiers aus Baumwolle, und zwar in Ostindien, erfunden, worauf sie, von den Arabern verbessert und durch dieselben im 11. Jahrhundert nach Spanien kam. Das erste Lumpenpapier aus Leinewand ist indessen wohl eine deutsche Erfindung, da man die ältesten darauf geschriebenen Urkunden in Deutschland gefunden hat, und so war denn auch erst diese Erfindung die würdigste Vorläuferin der deutschen Buchdruckerkunst, welche mehr als die bald darauf erfolgende Entdeckung eines neuen Welttheils durch Columbus den ganzen bisherigen Kulturzustand Europa's umgestaltet und veredelt hat.

Das Wesentlichste bei der Papierfabrikation besteht in einem Auswaschen und Chloren, dann in einem vollständigen Zerreißen und Zerfasern der Lumpen und endlich in einer Art Gährung, welcher man den Lumpenbrei unterwirft, damit sich theils die löslichen Theile davon aufweichen, theils aber auch der faserige Zusammenhang vollends zerstört werde. Das Zerfasern der Lumpen geschieht durch besondere Vorrichtungen, welche man als Lumpenschneider, Stampfmühle und besonders als Holländer, eine Walzenmaschine, unterscheidet. Hat endlich der Lumpenbrei durch eine solche Behandlung die gewünschte Gleichförmigkeit ge-

wonnen, so wird er auf feine Drahtgewebe, jedes von der Größe eines Bogens, ausgegossen.

Bei diesem ursprünglich einfachen Hergang der Papierbereitung hat der Erfindungsgeist der Neuzeit indessen noch solche Einrichtungen getroffen, welche die Verarbeitung der Lumpen und die eigentliche Papierbildung bedeutend beschleunigen. Die interessanteste Einrichtung dieser Art besteht in einer Papierbildungsmaschine, einem langen Drahtgewebe, welches über zwei sich drehende Walzen gespannt ist; auf dieses sich drehende Drahtgewebe fließt der Papierbrei und vertheilt sich darauf gleichmäßig zur erforderlichen Bogendicke, während das Wasser durch das Drahtgewebe durchfließt, worauf dann das so gebildete Papier zu weiteren Vorrichtungen gelangt, wo es vollends von seinem Wasser befreit und verdichtet wird. Das Schreibpapier wird bekanntlich noch geleimt, d. h. durch Leimwasser gezogen.

So viel über die Papierfabrikation, welche im Ganzen als eine mechanische Kunst mit der Chemie zunächst nur so viel zu schaffen hat, als diese ihr das Bleichungsmaterial und die Farbenmaterialien zu manchen Papierfärbungen liefert. Indessen haben in neuerer Zeit die Chemiker bedeutende Dienste der Papierfabrikation dadurch erwiesen, daß sie verschiedene Stroharten, wie Gersten-, Roggen-, Erbsen-, Bohnenstroh, dann aber auch mehrere Baumrinden und sogar auch faules Holz so zu behandeln wußten, daß alle diese Materialien ein mehr oder weniger gutes Papier gaben. Freilich werden die Papierfabrikanten von diesen Materialien erst dann einen allgemeineren Gebrauch machen, wenn die Lumpen nicht mehr für den Bedarf ausreichen sollten, zumal das beschriebene und bedruckte Papier selbst von seiner Schwärze sich nicht ganz reinigen läßt und daher nur zu Packpapier und Pappe wieder verarbeitet werden kann.

Hiermit haben wir die Holzfaser aus dem geheimnißvollen chemischen Laboratorium der Pflanze in ihrer mehr kunstmechanischen Verarbeitung zu Zeugen und endlich zu Papier gewürdigt. Ebenso ließe sich die Pflanzenfaser, wie sie nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit die verschiedenen Hölzer und Rinden bildet, durch viele gewerbliche Künste verfolgen. Wir wollen hier aber zweckmäßiger unsere Aufmerksamkeit einem der wunderbarsten Experi-

mente zuwenden, welches der menschliche Erfindungswitz mit dem Holze angestellt hat, um nicht allein die möglichst größte Haltbarkeit, sondern auch diese oder jene bestimmte Färbung desselben noch während seines Lebensprozesses zu erzielen.

Die ersten erfolgreichen Versuche dazu hatte ein französischer Chemiker Boucherie schon vor längerer Zeit und zwar dadurch angestellt, daß er die lebenden Baumstämme nahe an der Wurzel anbohrte und sie darauf mit verschiedenen gefärbten und ungefärbten salzhaltigen Flüssigkeiten im wahren Sinne des Wortes tränkte, indem er die Stämme mit am Boden anschließenden Behältern umgab und diese Behälter mit jenen Flüssigkeiten anfüllte. Diese Versuche, um die Bäume derartige Flüssigkeiten aufsaugen zu lassen, wurden darauf an vielen Orten mit Erfolg wiederholt. Bei einigen von preußischen Ingenieuroffizieren angestellten Experimenten, wo mehrere Pappelbäume mit einer Auflösung von Eisenspähnen in Holzessig auf die angegebene Weise getränkt wurden, hatte einer der Bäume 50 Quart, der andere sogar 75 Quart jener Auflösung eingesogen. Was aber die Haltbarkeit des so behandelten Holzes betrifft, so hat es sich mehrfach erwiesen, daß es der Fäulniß dort beharrlich widerstand, wo ein anderes Holz dieser Fäulniß vollkommen unterlag.

Fragen wir jetzt, welch eine wichtige und wundersame chemische Veränderung die Holzfaser zu erleiden im Stande ist, so drängt sich uns zunächst in ihren feuernährenden Zersetzungsprodukten eine Macht entgegen, welche nur derjenige gebührend anzustaunen vermag, der die Werke dieser Macht von der Urgeschichte der Lebenswelt an bis zu unserem schöpferischen Kunst- und Industriezeitalter verfolgt. Versuchen wir es, nur einige Grundzüge aus dieser Weltgeschichte, welche sich an die Zersetzung der Holzfaser knüpft, aufzufassen.

Viele Jahrtausende vorher, ehe das Menschengeschlecht existirte, gab es schon eine Pflanzenwelt und hat die Natur selbst mit der Pflanzenfaser experimentirt. Dieses beweisen uns die unerschöpfbaren Asphalt-, Stein- und Braunkohlenlager, ferner das Steinöl und die brennbaren Kohlenwasserstoffgase, welche, wie in vielen Gegenden des Orients, den Erdboden tränken; sie alle sind die Produkte einer schnelleren und langsameren Verbrennung und Verwe-

sung der Pflanzenfaser. Mit dem Erscheinen des Menschen hatten die chemischen Gewaltprozesse der Natur überhaupt schon so weit aufgehört, daß er bestehen konnte; die sogenannte todte Natur war milder und verträglicher mit dem Leben geworden, und nun bemächtigte sich der Mensch des Feuers und der Holzfaser, um vermittelst beider sich zum Beherrscher der Welt zu machen. In der That, wie hätte der Mensch ohne den feurigen chemischen Verbrennungsprozeß der Pflanzenfaser sich zu irgend einer Kulturstufe erheben können!

Vor allen Dingen war es aber das allerwichtigste Verbrennungsprodukt, welches es giebt, die Kohle, die eine weitere Kultur möglich machte. Die Kohle diente dem Menschen zur Gewinnung und Verarbeitung der Metalle; durch ihre glühende Verbrennung schmolzen und wurden schmiedbar die Metalle und konnten so, zu Kochgeräthen, Aexten, Sägen und Waffen verarbeitet, erst dem Menschen sein Herrscherrecht vor allen übrigen Geschöpfen der Erde sichern. War Tubalkain der mosaischen Geschichte der erste Schmied und Künstler in den Metallen, so mußte ihm der erste Kohlenbrenner vorangegangen sein. Mit der Kohlenbrennerei lernte der Mensch aber auch zugleich ihr Nebenprodukt, den Theer, bald als ein vortreffliches Schmiermittel und endlich auch als Schutzmittel gegen die Verwesung seiner Holzbauten, namentlich der Brückenpfähle und Wasserfahrzeuge schätzen, wie denn endlich auch die vortreffliche Eigenschaft des Rauches als ein Erhaltungsmittel von Fleischvorräthen nicht lange ein Geheimniß bleiben konnte.

Die größte Vervollkommnung und reichhaltigste Benutzung fanden jene uralten chemischen Experimente jedoch erst durch den Forschungs- und Erfindungsgeist unserer Zeiten. Derselbe holte nicht nur aus der Tiefe der Erde den kohligen, von Brandharzen durchdrungenen Ueberrest einer urweltlichen Pflanzenwelt als ein brauchbares Material zur Feuerung herauf, sondern er lockte aus ihm auch noch das Leuchtgas hervor, nachdem er dasselbe ebenfalls als ein Verbrennungsprodukt der Pflanzenfaser und aller ähnlich chemisch zusammengesetzten Körper entdeckt hatte. Ebenso ist es auch als ein nicht geringeres Verdienst anzuerkennen, daß er die Verbrennungsprodukte der Pflanzenfaser weiter im Einzelnen untersuchte, wobei der fäulnißwidrige Bestandtheil des Theers, das

Kreosot, und auch das schöne feste Kerzenmaterial, das Paraffin, entdeckt wurde. Der Naturforscher aber, dem wir letztere Entdeckungen, wie überhaupt eine nähere Untersuchung der Theersubstanzen verdanken, ist der berühmte v. Reichenbach in Wien, der sogar das Bereich der freien Weltkräfte, welche wir als Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus unterscheiden, noch durch eine von ihm entdeckte Weltkraft, das Od, vermehrt hat, über dessen freilich außergewöhnliche Wirkung und deshalb noch vielfach bestrittenes Dasein wir uns erst in der Physik unterhalten können.

Mit diesem Rückblick auf die chemische Bedeutung der Pflanzenfaser haben wir die Wohlthaten genugsam angedeutet, welche sie und ihre Zersetzungsprodukte dem menschlichen Geschlecht geboten hat und gegenwärtig noch in einem größeren Maße bietet. Welche überraschenden Produkte der menschliche Erfindungsgeist durch ein chemisches Walten noch andererseits aus ihr erzeugen kann, das lehrt uns ihre Umwandlung in Gummi und Zucker, und wenn dieser chemische Prozeß bei seiner Kostspieligkeit bis jetzt noch keine segensreichen Folgen hatte, so ist deshalb noch nicht anzunehmen, daß die forschreitenden Entdeckungen auf dem Gebiete der Chemie nicht auch noch zuletzt solche Mittel bieten werden, welche die Umwandlung der ungenießbaren Pflanzenfaser und somit des Holzes, des Strohs, der Papierlumpen u. s. w. in eine stickstofffreie Nahrungssubstanz zu einem segensreichen Industriezweig erheben könnten. Welch eine Aussicht auf eine neue Gestaltung unseres Kulturlebens wäre damit wieder durch die Pflanzenfaser vor uns eröffnet!

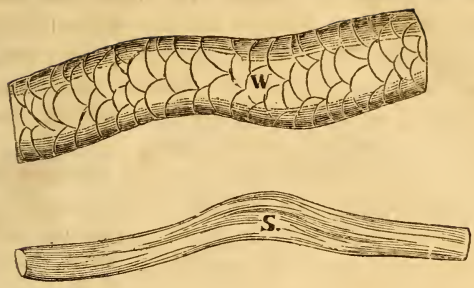
Freilich können wir durch einen stickstofffreien Nahrungsstoff allein nicht bestehen; aber eine billige massenhafte Gewinnung von Gummi und Zucker aus solchen Materialien, mit welchen wir bisher nur unsere Oefen speisten, wäre schon bedeutungsreich genug, um nicht nur ein ganzes Heer von neuen Industriezweigen und neuen häuslichen Einrichtungen zur Folge zu haben, sondern auch ungleich mehr Menschen die Freuden des Lebens zu gewähren, besonders da, wie eine ungefähre Berechnung ergeben hat, schon die Steinkohlenlager Englands allein ganz Europa auf viele tausend Jahre mit dem erforderlichen Brennmaterial versorgen könnten.

Was der chemische Lebensprozeß der Pflanzenwelt neben ihrer Faserstoffsubstanz, wie auch neben ihrem Gummi, Zucker, ihren Säuren u. s. w., noch als etwas ganz Besonderes und zwar vorzugsweise aus dem Ammoniak verwesender Körper schafft, davon dient, wie wir schon früher gesehen haben, der beträchtlichste Theil, und zwar als Kleber, Eiweiß und Pflanzenleim, lediglich dazu, die Hauptbestandtheile der thierischen Körper, das Blut, das Muskelfleisch, die verleimbaren und nicht verleimbaren Häute, ferner Horn, Nägel, Haare u. s. w. zu bilden, wobei die Knochenknorpel meist nur durch Aufnahme derjenigen phosphorsauren Salze erhärten, welche jene vegetabilischen Nahrungsstoffe begleiten.

Von diesen thierischen stickstoffhaltigen Substanzen haben wir bereits die Häute und ihre chemische und mechanische Verarbeitung gebührend gewürdigt, und es bleibt uns nun noch übrig, auch über das Haar und die Seide und ihre gewerbliche Verwendung das Wesentlichste zu berücksichtigen, so weit es dazu dienen kann, unseren Blick in das reiche und durch die Chemie ganz besonders geförderte Industrieleben zu erweitern. Beginnen wir demnach mit dem Haar.

So dünn ein Haar auch sein mag, so entdecken wir dennoch bei einer mikroskopischen Betrachtung an demselben eine Ausstattung, welche uns mit Bewunderung erfüllen muß. Wir erkennen es nicht allein als einen schuppigen Cylinder, wie die beifolgende Zeichnung (*W*) es zeigt, sondern finden zugleich noch, daß es durchröhrt ist, und in der Röhre noch einen zarten, fadenförmigen Körper besitzt, aus welchem sich eine Feuchtigkeit absondert, so daß ein Haar in dieser Beziehung ganz den Federkielen gleicht. Außerdem liegt seine Wurzel auf der inneren Seite der sogenannten Lederhaut, so daß es auch hierin seinen näheren Zusammenhang mit den wichtigeren Organen beweist.

Somit hat denn auch der Lebensprozeß in dem Haar noch nicht aufgehört, wenngleich dasselbe uns, im Vergleich mit den andern Körpertheilen, als eine mehr todte Substanz erscheint und die Scheere es ebenso schmerzlos kürzen, wie das Brenneisen des Friseurs es versengen darf. Besonders zeigt sich aber dieser Lebensprozeß bei einigen Krankheiten, wie bei dem sogenannten Weichselzopf, wo das Haar sogar bluthaltige Ausschwitzungen



Figur 47.

erleidet und ein Abschneiden desselben selbst lebensgefährlich werden kann. Andererseits erregt das Haar, ähnlich der Seide (vergleiche die Vergrößerung in der Zeichnung *S*), durch seine oft bedeutende elektrische Eigenschaft nicht minder unsere Bewunderung. Das lange, trockene Haar mancher Frauen ist bei trockenem Wetter so elektrisch, daß es nicht nur bei jedem Kammstrich knistert, sondern auch zuweilen elektrische Funken sprüht, eine Eigenschaft, welche indessen das Katzenhaar in einem noch erhöhteren Maße besitzt.

Die Farbe des Haars hat ihre Ursache in einer farbigen Fettsubstanz, welche sich durch Alkohol und Aether aus dem Haar ausziehen läßt, worauf dasselbe graugelb wird; hört mit dem Alter diese farbige Fettabsonderung im Innern der Röhrchen auf, so wird das Haar grau oder weiß. Im schwarzen Haar hat man dagegen Eisen und auch etwas Braunstein entdeckt. Wird das Haar einer trockenen Destillation unterworfen, so entwickelt sich daraus außer den gewöhnlichen Theerstoffen Ammoniak und Schwefelwasserstoff, während die Einäscherung desselben Eisen, schwefelsauren und phosphorsauren Kalk und etwas Kieselerde giebt, was uns seine Bestandtheile genugsam andeutet. Ferner kann das Haar von Chlor zwar gebleicht werden, doch wird es auch von ihm zum Theil zerstört, wie dieses auch die ätzenden Alkalien (Kali, Natron und Ammoniak) und ganz besonders das schon erwähnte Calciumsulphhydrat thun. Was endlich das Färben des Haars durch einige Metallsalze, besonders Silber- und Bleisalze betrifft, so be-

ruht es darauf, daß der Schwefel der eigentlichen Hornsubstanz des Haares mit diesen Metallen schwarze Schwefelverbindungen giebt. Freilich kann ein derartiges Haarfärben sich nur für einen Balg, nicht aber für den Kopf des Menschen empfehlen, so sehr auch eine eitle französische Verschönerungskunst ihr Haarschwärzungsmittel als unschädlich anpreisen mag.

Menschenhaar und Schafwolle bieten in chemischer Beziehung keinen bedeutenden Unterschied, nur daß an letzterer gegen 20 Proz. einer eigenthümlichen Fettsubstanz haftet, welche sich mit Alkalien nicht verseift; wenn man daher auch die Wolle im Großen durch Harn, Potasche und Seife reinigt, so wird dabei das Fett doch nicht als Seife, sondern als eine Emulsion entfernt.

Würde ein Wollenkleid uns weniger schützend wärmen oder richtiger, wäre die Wolle nicht einer der schlechtesten Wärmeleiter, so daß der Körper unter ihr nur sehr spärlich seine eigene Wärme verliert, so würde das Schaf durchaus nicht eines der segensreichsten Thiere für uns geworden sein. So aber herrscht nun auch kein geringer Wetteifer unter Spaniern, Franzosen, Engländern, Deutschen, Russen und den anderen Völkern Europa's um die Schafzucht, wobei es denn auch natürlich nicht wenig auf die Gewinnung der feinsten Wolle zu den feineren Tuchsorten, zu Shawls u. s. w. ankommen muß.

Ganz besondere Fortschritte haben in diesem Jahrhundert die deutschen Schafzüchter gemacht, und zwar nicht allein durch die Uebersiedelung der spanischen Merino's nach Deutschland, sondern auch dadurch, daß sie diesen Schafen eine größere Pflege gaben, als dieselben in ihrer Heimath erhalten hatten, weshalb in neuerer Zeit selbst spanische Schafzüchter Merinos in Deutschland wieder aufkauften, um ihre Heerden zu veredeln. Besonders zeichnet sich die Schafzucht in Würtemberg, Sachsen, Hannover, Holstein und in den preußischen Rheinprovinzen aus. Die Merinowolle wird indessen noch von der Kaschemir- und der Angorawolle an Feinheit und Zartheit übertroffen; freilich ist es nur die Flaumwolle der sonst zottigen Kaschemirziege, welche zu den berühmten Kaschemirshawls verwebt wird.

Die Feinheit der Wolle untersucht man am sichersten mit einem Vergrößerungsglase, wobei man die Wolle auf schwarzes

Tuch legt. Eine Wolle, welche sich schlecht färben läßt, beweist dadurch nur zu oft, daß sie von kranken oder an Krankheit gestorbenen Thieren geschoren worden ist, und sollte eigentlich ganz verworfen werden.

Das Waschen der Wolle, um sie von ihrer Fettsubstanz und dem Schweiß zu reinigen, wird am reinlichsten mit Seifenwasser oder mit einem Wasser vorgenommen, worin nicht mehr als 3 Prozent gute Potasche sein dürfen, damit die Hornsubstanz der Wolle selbst nicht durch das Alkali angegriffen werde; auch darf man diese dünne Lauge nicht viel über die Blutwärme erwärmen, weil die Erhitzung die Wirkung des Alkali's erhöht. Die weitere Behandlung der Wolle, das Auszupfen, Auflockern, wie auch das Einfetten mit Oel, um ihr mehr Geschmeidigkeit zu geben, beruht auf einem mechanischen Verfahren; eine sehr gefährliche chemische Wirkung kann indessen, wie schon früher angedeutet, bei der Aufbewahrung einer stark eingefetteten und zusammengepreßten Wolle eintreten, da hierbei leicht eine theilweise Zersetzung des Oels und in Folge dessen eine Erhitzung und Entzündung der ganzen Masse einzutreten pflegt. Ferner hat auch das Kämmen, Krempeln, Spinnen u. s. w., wie das Verweben des Garns nichts mit der Chemie zu thun. Dagegen beruht das Walken zum Theil schon auf chemischen Wirkungen, insofern hier durch Wasser, Thon (Walkererde), Seife und oft auch durch den ammoniakalischen faulen Harn theils der Leim bei den sogenannten Kettenfäden der Webstühle, theils das Oel und der Schmutz des Tuches u. s. w. entfernt wird; andererseits soll auch beim Walken ein Stampfen und Hämmern das Gewebe verdichten und verfilzen.

Nach dem Walken kommt das Tuch zu den Tuchbereitern, damit diese die ungleichen Fasern von der Oberfläche des Tuches entfernen, es überhaupt scheeren, pressen oder dekatiren, und es so mit einem schönen Glanz versehen, was man auch das Appretiren nennt. Was indessen die chemische Verrichtung des Färbens der verschiedenen Tuchsorten und anderer wollenen Stoffe betrifft, so haben wir darüber das Wichtigste schon bei der Färbekunst besprochen.

Die Sucht der neuesten Industrie, nichts für eine mögliche Verwerthung verloren gehen zu lassen, giebt sich namentlich in

England und Frankreich dadurch kund, daß man wollene Lumpen, Schneiderlappen u. s. w. durch Zerfaserungsmaschinen in Flocken verwandelt, überhaupt möglichst in den Zustand von Wolle wieder zurückführt, darauf krempelt und, mit wenig neuer Wolle vermengt, dann aufs neue verspinnt und verwebt. Man hatte schon vor mehreren Jahren die Ausfuhr von deutschen Wollenlumpen, welche zu dem erwähnten Zweck in England verwendet werden, auf etwa 5 Millionen Pfund dieses Artikels berechnet — Beweis genug, daß der Engländer seine schlechte Waare daraus ganz leidlich zu verwerthen weiß.

Eine reellere Ausbeute von Wollenlumpen besteht darin, daß man sie mit Aetzlauge kocht, wobei sich die Wolle in eine zum Walken brauchbare Seife verwandelt; stammen aber die Lumpen noch von einem mit Indigo gefärbten Tuch her, so bleibt nach diesem Auskochen mit Lauge der Indigo schön und rein zurück und kann gesammelt und wieder zum Färben benutzt werden.

Eine der merkwürdigsten Erfindungen ist die Benutzung eines Insektengespinnstes, wie der Seide, zu Geweben; wie alt aber diese Erfindung ist, läßt sich nicht bestimmen. Die ersten Seidenstoffe, welche kurz vor Christi Geburt aus Indien über Persien nach Europa kamen, wurden von den alten Römern mit Gold aufgewogen. Mehrere Jahrhunderte später, und zwar unter dem Kaiser Justinian, brachte man die Seidenraupe und den Maulbeerbaum, dessen Blätter ihr zur Nahrung dienen, nach Griechenland, und seit jener Zeit verbreitete sich die Seidenraupenzucht allmälig durch das ganze südliche Europa. Erst seit dem vorigen Jahrhundert bemühte man sich auch in Deutschland um die Seidenzucht, doch ohne bedeutende Erfolge.

Nachdem das Weibchen des unansehnlichen Seidenschmetterlings sich ihrer Eier, oft bis 500 an der Zahl, entledigt hat, stirbt es, und die Eier bleiben den Winter über an den Bäumen bis zum Frühjahr sitzen, wo dann die Raupen mit dem Aufknospen des frischen Laubes auskriechen. Feuchtigkeit, Kälte und eine unreine Luft ist ihnen schädlich; selbst die Maulbeerblätter, die man am zweckmäßigsten von den weißen Maulbeerbäumen ihnen streut, dürfen

nicht beregnet sein. Nachdem sich die anfänglich kleine schwarze Raupe im Laufe von 6 bis 8 Wochen gehäutet, erscheint sie zuletzt weißlich oder braun mit einem dunkleren Kopf, hört dann auf zu fressen und beginnt nun aus einem zähen Saft, welchen sie in sich trägt, den Seidenfaden herauszuspinnen; dies dauert etwa 8 Tage, wobei sie den Faden um sich herum zieht, welcher in seiner ganzen Länge oft gegen 900 Fuß beträgt. Hat nun die Raupe so ihren zähen Saft zu dem wundersamen fadigen Gehäuse, dem sogenannten Cocon, erschöpft, so verpuppt sie sich in demselben und verharrt in ihrer Puppe gegen 3 Wochen, worauf sie dann zu einem neuen Leben erwacht, indem sie sich zu einem Schmetterling verwandelt, welcher dann das Gespinnst durchfrißt und nun die Luft durchflattert. Freilich läßt der Seidenzüchter nur diejenigen Puppen zu dieser Schmetterlingsluft gelangen, welche er zur Fortpflanzung bestimmt; zu diesen sucht er aber die härtesten, feinsten und weißesten Cocons aus. Die andern werden noch zeitig vor der Schmetterlingsverwandlung entweder durch die Hitze eines Backofens oder besser durch Kampherdunst getödtet werden.

Die vollkommen ausgebildeten Cocons haben die Größe und die Gestalt eines Taubeneies und sind meist von gelber Farbe; wenn sie bei mäßiger Wärme getrocknet worden sind, so lassen sie sich lange Zeit, ohne leicht zu verderben, an einem trockenen Orte aufbewahren. Man kann, je nachdem die Behandlung ist, von 24 Loth Raupeneiern gegen 1000 Pfund Cocons und von diesen etwa 100 Pfund gute Seide gewinnen; freilich gehören aber auch zur Ernährung der Raupenmenge, welche nur 100 Pfund Cocons liefern, schon gegen 2000 Pfund Maulbeerblätter, wie es sich aus der Erfahrung der Seidenzüchter Preußens ergeben hat.

So viel über die Pflege der Seidenraupe. Die chemischen Eigenschaften ihres zähen Seidensaftes gewähren eine nicht weniger interessante Betrachtung. Wenn man aus einigen Raupen diesen Saft auspreßt und ihn in angesäuertes Wasser bringt, so erstarrt er darin zu einer Masse, welche wie mit weißen Härchen durchwebt erscheint. Indem die Raupen diese zähe Flüssigkeit zu Fäden ausziehen, was durch zwei kleine Oeffnungen am Munde geschieht, so erstarrt ein Theil von dieser Flüssigkeit zu dem eigentlichen Seidenfaden, während ein anderer Theil davon diesen Faden

als einen gelben Firniß umgiebt. Dieser Firniß oder Seidenleim, welcher den vierten Theil der rohen gelben Seide beträgt, wird, wenn dieselbe gefärbt werden soll, dadurch entfernt, daß man sie in Seifenwasser und in einer schwachen Potaschenlauge siedet. Dadurch wird zugleich die rohe gelbe Seide vollkommen weiß, geschmeidig und glänzend, während sie vorher wenig Glanz und eine gewisse Rauheit besaß.

Was die eigentliche weiße Seidenfaser betrifft, so verbrennt sie, wie Haar und Wolle, mit einem Horngeruch und entwickelt unter anderm auch Ammoniak. Die starken Säuren, wie Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure, lösen sie auf; dasselbe thut auch eine kochende Aetzkalilauge. Merkwürdig ist es, daß auch die faserige Natur der Seidensubstanz sich dann nicht verleugnet, wenn man sie wieder aus ihrer Auflösung in Aetzkalilauge durch einen Zusatz von Säure ausscheidet; indem sich die Säure hier mit dem Kali zu einem Salz verbindet, muß sich die Seidensubstanz von dem Kali wieder trennen und erscheint nun als eine flockige, aus feinen Fasern bestehende Masse. Wie in der Asche des Haares, so findet man endlich auch in der Asche der Seide verschiedene phosphorsaure und schwefelsaure Salze, von denen einige zur Base Eisenoxyd haben.

Eine chemische Untersuchung der Spinnengewebe hat, schließlich bemerkt, eine solche Zusammensetzung gezeigt, wie sie der rohe Seidenfaden besitzt, und doch — welch ein Unterschied in der Festigkeit!

Aus dem Angeführten ersehen wir, daß die Seidenraupe eben so auf chemischem Wege ihre Fäden bilden muß, wie sie andererseits künstlerisch mechanisch, wenn wir diesen Ausdruck gebrauchen dürfen, ihren Körper mit diesen Fäden umspinnt. Der Seidenzüchter hat dagegen bei der Gewinnung der rohen Seide meist nur ein mechanisches Verfahren zu beachten. Dieses besteht darin, daß die Cocons in warmem Wasser aufgeweicht werden, damit sich die klebrige Masse, wodurch die Fäden an einander haften, auflöse; ist das aber geschehen, so werden die abgetrennten Fäden von zehn oder mehreren Cocons zu einem einzigen Faden aus dem Wasser heraus zusammengehaspelt oder abgewunden; die kurzen, nicht abgehaspelten Fäden werden dagegen gekämmt und zur sogenannten

Floretseide für die Verfertigung von Bändern, Strümpfen ꝛc. versponnen.

Die chemische Reinigung der Seide von ihrem gelben Ueberzug haben wir bereits kennen gelernt; ebenso wissen wir aus einer früheren Unterhaltung, wie sie gefärbt wird. Was aber die weitere Verarbeitung und Verwebung der gereinigten und auch gefärbten Seide zu den verschiedenen Zeugen, wie Taffet, Atlas, Damast, Sammet, Flor u. s. w. betrifft, so gehört sie einer speziell mechanischen Kunst an, deren Betrachtung nicht zu unserer technisch-chemischen Unterhaltung gehören kann. Nur so viel müssen wir uns hierüber noch merken, daß die verschiedenen Spielarten der Seidenraupe auch Seidenfäden von etwas abweichender Beschaffenheit liefern, weshalb auch die Seidenstoffe nicht überall von gleicher Güte ausfallen.

Außer der Seidenraupe liefert auch noch ein Muschelthier im mittelländischen Meere eine besondere Seidenart. Dies Thier läßt durch die Muschelöffnung einen großen Büschel seidenartiger Fäden heraushängen, welche im Wasser umherschwimmen. Die Sicilianer pflegen diese Seide, mit wirklicher Seide vermischt, zu verarbeiten, und das Gewebe glänzt in seiner gelbbraunen Farbe wie das sogenannte Gold einiger Fliegen und Käfer.

Dann liefert auch eine Palmenart Ostindiens in ihren Blätterfasern Fäden, welche gesponnen sich zu Zeugen verweben lassen, die vollkommen das Ansehen von Seidenzeugen besitzen, ohne freilich als ein Erzeugniß der Pflanzenfaser anderweitig mit der Seide übereinzustimmen.

43.

Die Kieselsäure und die Thonerde und ihre Verwendungen.

Wir haben in einigen früheren Kapiteln uns vielseitig über die Erzeugung des Feuers und der höheren Hitzegrade unterhalten, ohne daß wir dabei die chemischen Künste und Gewerbe betrachten konnten, welche dem Feuer zunächst ihr Dasein verdanken. Die

chemischen Prozesse auf dem nassen Wege, wie sie in der belebten und unbelebten Natur vor sich gehen, waren für unsere häuslichen und geschäftlichen Interessen reichhaltig genug, um vorzugsweise unsere Aufmerksamkeit in Anspruch zu nehmen, und dahin gehörte denn auch die Erzeugung der Brennstoffe selbst, ohne welche wir als Feuerarbeiter nichts zu Stande bringen können.

Was die großartigen Schmelzwerke der Natur betrifft, die Urgebirge mit ihren wundersamen Krystallen, mit ihren Edelsteinen, gediegenen und vielen vererzten Metallen, so hat sie freilich dazu kein solches Brennmaterial nöthig gehabt, wie wir es brauchen; in jener frühesten Periode unseres Planeten, wo jene Werke entstanden, kann die Natur die feurigen chemischen Prozesse vieler dieser Stein- und Erzbildungen, wie alles dessen, was an einen feurigen Ursprung erinnert, nur in den Gluthen ausgeführt haben, welche die Erdstoffe bei ihrer gegenseitigen Reibung, wie auch bei ihrer Verdichtung aus einem loseren chaotischen Zustande entwickelten, gewissermaßen so, wie selbst ein Stück kaltes Schmiedeeisen unter einem fortdauernden Reiben und Schlagen einen bedeutenden Theil seiner gebundenen Wärme freigiebt, bis es endlich in seiner eigenen Gluth eine gewisse zum Schmieden erforderliche Weichheit erreicht. Diese Reibungs- und Verdichtungsgluth mag noch jetzt im Innern unseres Erdballs herrschen, wo die weiteren Werke der Natur dem Menschen wohl ein ewiges Geheimniß bleiben werden, da er sich in die sogenannte Erdkruste nur bis zu einer Tiefe von höchstens 1600 Fuß unter dem Meeresspiegel hat hineinarbeiten können, was noch nicht ganz den 15,000sten Theil des Erdhalbmessers ausmacht.

Wie dem aber auch sei, was die chemisch waltende Natur in dieser Erdkruste durch eine urweltliche Gluth geschaffen, oder in diese Kruste aus dem tieferen Schooß der Erde hinaufgeschleudert hat, das hat der unermüdlich rege Kunstsinn des menschlichen Geschlechtes nicht allein vielfach zu benutzen gewußt, sondern er hat auch in einer Weise mit diesen mineralischen Naturgebilden weiter experimentirt, so daß solche Kunsterzeugnisse, wie Glas, Porzellan, die verschiedenen Steingutarten und endlich die Darstellung mehrerer sonst im gediegenen Zustande nicht vorkommenden Metalle in der That vielen ähnlichen Naturprodukten an Vorzüglichkeit gleich-

kommen. Betrachten wir hiernach zuerst die Kieselsäure und ihre Bildungen in der Natur und Kunst.

Die Kieselsäure, gewöhnlich Kieselerde genannt, besteht aus einem nicht metallischen Element, dem Kiesel oder Silicium, und aus Sauerstoff, und ist der verbreitetste Körper der Erdrinde. Der lose Sand sowohl, wie der aus Sand zusammengebackene Sandstein, ist mit Abrechnung weniger fremder Beimischungen reine Kieselsäure; reiner finden wir sie noch in dem weißen Quarz (Milchquarz), besonders aber im Bergkrystall. Was dagegen die Gebirgsmassen betrifft, welche, wie die Granite, Porphyre und Basalte, feurigen Ursprungs sind, so ist in ihren Gesteinen die Kieselsäure meist mit Thonerde verbunden, so daß auch hier die Kieselsäure einen wesentlichen Bestandtheil bildet.

Erst der große Chemiker Berzelius hat die Kieselerde zersetzt und das Grundelement derselben, den Kiesel, entdeckt. Dieses gelang ihm dadurch, daß er die Kieselerde mit Kalium erhitzte, wobei das Kalium der Kieselerde den Sauerstoff entzog, wodurch Kali entstand und der Kiesel ausgeschieden wurde.

Der Kiesel bildet, ganz entgegengesetzt der Kieselsäure, ein glanzloses, braunes Pulver von stark abfärbender Eigenschaft. Wird das Kieselpulver erhitzt, so schrumpft es, ohne zu schmelzen, zusammen, erhält eine chokoladenbraune Farbe und wird so schwer, daß es in Schwefelsäure untersinkt. Die merkwürdigste Eigenschaft des Kiesels besteht aber darin, daß er ebenso mit dem Chlor, wie mit dem Fluor (vgl. I, S. 43) flüchtige Körper giebt und uns somit die großartige Vorstellung erlaubt, daß auch viele der bedeutendsten Gebirgsmassen der Erde selbst ohne eine chaotische Gluth sich in Gase verwandeln könnten, wenn die Natur mit ihnen die erforderlichen chemischen Experimente anstellte. Wie das Antimonmetall sich mit dem Chlorgas unter einer schönen Feuererscheinung zu einer verflüchtbaren Flüssigkeit (Spießglanzbutter) verbindet, so thut es auch der Kiesel; kommt aber mit dem Chlorkiesel Wasser in Berührung, so zersetzt er sich sofort zu Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) und Kieselsäure, welche sich von der gewöhnlichen Kieselsäure dadurch unterscheidet, daß sie in dem Wasser aufgelöst bleibt. Die Anziehungskraft des Kiesels zum Fluor ist aber so

groß, daß nicht allein die feste Kieselsäure, sondern auch das Glas, in welchem sie mit einem festen Alkali verbunden ist, sofort zersetzt wird, sobald sie mit der Flußspathsäure (vergl. II, S. 87) in Berührung kommt.

Nicht weniger merkwürdig ist der unter Umständen in Wasser lösliche Zustand der Kieselsäure, so daß man sich hieraus nicht nur die Entstehung von Versteinerungen ursprünglich weicher Stoffe erklären kann, sondern auch das Vorkommen der Kieselsäure in vielen Pflanzentheilen, besonders in der Rinde vieler Pflanzen, im Rohr, im Schachtelhalm u. s. w.

Wie in dem letzteren Falle das kieselsäurehaltige Wasser des Erdbodens endlich die Kieselsäure in die Rinde als feste und nunmehr unlösliche, harte Theilchen ausscheidet, so bringt mit der Zeit ein stark kieselsäurehaltiges Wasser durch das öftere Durchdringen todter Pflanzen- und Thierstoffe dieselben nicht nur zur Verwesung und allmäligen Verflüchtigung, sondern läßt auch nach dem Verdunsten so viel feste Kieselsäure zurück, daß dieselbe endlich den ganzen Raum des früheren Pflanzen- und Thierkörpers in dessen eigener Gestalt einnimmt. Daher gehört der Glaube, daß ein organischer Körper sich wirklich in Stein verwandeln könne, wie auch der Glaube an ein Wachsen der Steine nach Art der Pflanzen, zu jenen Irrthümern, welche durchaus keine naturwissenschaftliche Kenntniß für sich haben. Wie reich auch die chemische Natur an Verwandlungen ist, eine Verwandlung von vegetabilischen und thierischen Substanzen, welche entweder aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff oder aus diesen und Stickstoff meistentheils bestehen, in eine überwiegend kieselsäurehaltige Steinmasse wäre noch weniger möglich, als eine Umwandlung unedler Metalle in edle, wie Gold und Silber. Eine versteinerte Pflanze z. B. ist im wahren Sinne des Wortes nur ein Stein in der Gestalt einer längst gewesenen und in ihren Verwesungsprodukten verflüchtigten Pflanze.

Könnten wir aber nicht auch künstlich solche Versteinerungen erzeugen? In der That ist damit durch die Benutzung des Wasserglases als feuerfestes Mittel der Anfang gemacht worden, obgleich das Wasserglas, wie wir weiter unten sehen werden, verhältnißmäßig nur noch sehr wenig von der versteinernden Kiesel-

säure enthält. Wie solche künstlichen Versteinerungen erreicht werden könnten, das werden wir leicht ohne weitere Anweisungen nach folgenden Experimenten ermessen.

Bringt man ein Gemenge von 5 Theilen trockenem kohlensauren Kali und 4 Theilen kohlensaurem Natron am besten in einem Platintiegel zum Schmelzen, was auch über einer Berzelius'schen Weingeistlampe mit einem hohen Schornstein geschehen kann, und schüttet dann allmälig 2 Theile gesiebten Sand hinein, so verbindet sich die Kieselsäure (der Sand) mit dem Alkali und die Kohlensäure entweicht unter einem Aufschäumen der schmelzenden Masse. Diese glasähnliche Masse löst sich nach dem Erkalten vollkommen in Wasser auf, wenn man eben nicht mehr, als oben angegeben, Kieselsäure gebraucht hat. Setzt man aber nun zu einer solchen concentrirten Auflösung des kieselsauren Alkali's eine Säure, z. B. Salzsäure, hinzu, so scheidet sich die Kieselsäure als eine gallertartige Masse aus, welche so steif ist, daß man das Gefäß umwenden kann, ohne daß etwas herausfällt. Diese gallertartige Kieselsäure, welche, beiläufig bemerkt, durchaus nicht sauer schmeckt, noch Lackmuspapier röthet, besitzt nur eine sehr geringe Löslichkeit; dagegen wird sie wieder pulverförmig und unlöslich wie Sand, wenn sie vollständig ausgetrocknet und noch bis zum Glühen erhitzt wird.

Dieses Experiment ist zu Versteinerungen noch nicht ausgebeutet worden; jedenfalls aber würde seine Benutzung dazu nicht ohne lohnende Erfolge bleiben. Die steinartige Verhärtung mancher organischen porösen Körper kann in der gewerblichen Kunst oft von großem Nutzen sein. Ob die Natur durch eine ähnliche Auflösung und Ausscheidung der Kieselsäure die schönen Bergkrystalle und andere Steine, wie die Calcedone und Achate, gebildet hat, können wir nicht mit Sicherheit ermessen. Man hat die Kieselsäure aus einer sehr verdünnten Auflösung in Aetzkali herauskrystallisiren lassen; aus der Langsamkeit, mit der ihre Krystallbildung vor sich ging, ersah man aber, daß mehrere Jahre vergehen konnten, bis ein Krystall dieser Kieselsäure die Größe einer Perlgraupe erreichte; dagegen haben die Bergkrystalle (die reinste Kieselsäure), wie sie namentlich in den Höhlen des St. Gotthard gefunden werden, eine beträchtliche Größe, und auf der Insel Ma-

dagascar sollen sogar derartige Krystalle von 15 bis 20 Fuß im Umfange vorkommen.

Wie die Kieselsäure endlich in der Verbindung mit den Alkalien, und besonders mit der Thonerde, in den verschiedenen Mischungen die meisten harten Steinarten geschaffen hat, welche die Natur im Großen aufweist, so hat auch die menschliche Kunst derartige Mischungen, Silikate genannt, als Glas, Porzellan, Fayence, Mörtel u. s. w. dargestellt. Diese Kunstprodukte mögen aber jetzt den Gegenstand unserer Unterhaltung bilden.

Glas. Wasserglas.

Die Erfindung des Glases ist eine uralte. Man erzählt, daß es von phönizischen Kaufleuten entdeckt worden sei, welche Natron aus Egypten nach ihrer Heimath brachten. Als sie nämlich eines Tages in der Wüste sich ihre Speise kochen wollten und in Ermangelung von Steinen einige Stücke Natron als Dreifuß brauchten, fanden sie nachher die Natronstücke mit dem Sand der Feuerstätte zu Glas zusammengeschmolzen. Obgleich die Darstellung des Glases indessen eine so einfache war, so ging doch seine Anwendung nur sehr langsam vor sich, so daß noch im dritten und vierten Jahrhundert Fensterscheiben eine Seltenheit waren.

Könnten wir die Kieselerde für sich allein in unseren Glühöfen zum Schmelzen bringen, so würden wir das schönste und härteste Glas, und zwar als reine Kieselsäure gewinnen. Eine dazu erforderliche Schmelzbarkeit erlangt aber die Kieselsäure oder vielmehr der Sand, den man meist zur Glasfabrikation verwendet, erst durch eine Verbindung mit einem solchen Alkali, namentlich mit Kali und Natron. Wird Kali oder Natron in der Weißglühhitze mit so viel Sand gemischt, als es aufzunehmen vermag, so entsteht das gewöhnliche Glas, das chemisch als saures kieselsaures Kali oder Natron betrachtet wird und somit zu den Salzen gerechnet werden muß; doch erscheint das Glas mehr oder weniger noch mit andern kieselsauren Salzen vermischt, bei denen verschiedene Metalloxyde, Kalk und Thonerde die Basen sind.

Bei der Bereitung des Glases im Großen sind die Hauptmaterialien meist Sand, Potasche und Soda; weniger rein von

Kalk und Metallzumischungen ist die gewöhnliche Holzasche, welche man zu den geringen Glassorten verwendet. Das richtige Verhältniß zur Verglasung von Kali und Kieselerde besteht darin, daß auf 1 Theil Kieselerde $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{4}$ Theil Aetzkali oder $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Theile kohlensaures Kali kommen; sobald wir auf etwa 4 Th. Potasche 1 Theil Kieselerde nehmen, so erhalten wir, wie wir oben gesehen haben, eine auflösliche Verbindung von Kieselsäure und Kali.

Die bezeichneten Materialien werden zur Glasbereitung im feinen gepulverten Zustande und zwar aufs gleichmäßigste mit einander vermengt, damit beim Schmelzen überall eine gleichmäßige Verbindung der Kieselsäure mit den Alkalien vor sich gehe. Hierauf muß die Mischung, welche man den Glassatz nennt, eine Zeit lang ohne zu schmelzen geglüht werden, damit dadurch wenigstens der größte Theil der Kohlensäure aus der Potasche oder der Soda und die Salpetersäure aus dem Salpeter entfernt werde; diese Verrichtung heißt das Fritten des Glassatzes. Ist dieses geschehen, so wird nun die so vorbereitete Masse, die Fritte, noch glühend in die schon glühenden Häfen, nämlich die großen Tiegel in dem Glasofen, gebracht und in denselben so lange geschmolzen, bis die Masse nach dem Abschäumen der nach oben steigenden verunreinigenden Theile, der Glasgalle, ohne Blasen erscheint. Hiermit aber beginnt nun auch die Verarbeitung des Glases, welche wir mit folgenden kurzen Andeutungen genügend auffassen wollen.

So zerbrechlich und spröde das Glas auch im erkalteten Zustande ist, so dehnbar und zähe wird es in einem hohen Hitzegrade; auf dieser Zähigkeit des geschmolzenen Glases beruht die Kunst, dasselbe zu den verschiedensten Arten von Hohl-, Tafel- und gegossenem Glas zu verarbeiten.

Zunächst läßt sich die geschmolzene Glasmasse vermittelst eines Blaserohrs auf eine ähnliche Art, wie man Seifenblasen macht, zu hohlen Kugeln ausblasen, diese aber werden dann mit Hülfe von Zangen, Scheeren, Steinplatten u. s. w. zu beliebigen Formen ausgearbeitet. Das eiserne Blaserohr von 3 bis 6 Fuß Länge verläuft sich an seinem Ende in einen runden ebenso durchröhrten Knopf. Indem der Glasbläser den Knopf in die geschmolzene

Glasmasse taucht und darin umdreht, bleibt daran so viel von der Glasmasse hängen, als er zum Ausblasen braucht. Um die ausgeblasene Kugel walzen- oder kegelförmig zu machen, rollt er sie auf erwärmten Stein- oder Metallplatten; darauf streicht und drückt er mit einer umschließenden Zange den hohlen Glaskörper derartig, daß derselbe die Gestalt einer Flasche oder eines Trinkglases erhalten muß; dann bedient er sich auch einer Scheere, um dem Glase die gewünschte Mündung zu geben, und löst endlich vermittelst eines Messers die so geformte Flasche oder das Trinkglas von der Kugel ab, indem er zugleich dafür sorgt, daß die verbindende Oeffnung an dem Boden des Glasgefäßes sich schließt. Was aber die Reifen, Erhöhungen oder Vertiefungen und ähnliche Verzierungen an manchen Trinkgläsern betrifft, so werden diese dadurch erzeugt, daß man das Glas innerhalb messingener oder steinerner Formen aufbläst, an deren inneren Wand die Verzierungen angebracht sind; eine solche Form besteht aus zwei genau an einander passenden Hälften, welche sich nach Beendigung des Blasens leicht von einander trennen lassen.

Nicht allein die verschiedenen Gefäße werden durch die Glasbläserei dargestellt, sondern auch bei der Bereitung des Tafel- oder Scheibenglases bedient man sich des Blaserohrs; sobald hier die Glaskugel die erforderliche Ausdehnung erlangt hat, wird sie auf warmen Platten zu Cylindern ausgewalzt, dann der Länge nach mit einer heißen Scheere aufgeschnitten und nun mit einem Plätteisen zu möglichst ebenen Tafeln glattgestrichen. Dagegen werden die massiven Glaswaaren, wie die Füße zu Kelchgläsern, Leuchtern u. s. w. durch den Guß, und zwar in steinerne und messingene Formen, verfertigt; freilich müssen aber die massiven Füße den Kelchgläsern zu einer Zeit angeklebt werden, wenn das Glas noch weich ist. Durch ein solches Ankleben erhalten auch viele Gefäße ihren Henkel.

Mit der Erlangung der Form ist die Darstellung der verschiedenen Glaswaaren noch nicht beendigt. Diese müssen nun noch heiß, wie sie sind, in den sogenannten Kühlofen gebracht werden, welcher eine mäßige Hitze besitzt und dazu dient, daß sich die Glaswaare in ihm allmälig abkühle. Je langsamer das Glas nämlich abkühlt, desto mehr verliert es seine Sprödigkeit und desto

haltbarer wird es. Man hat sogar die Erfahrung gemacht, daß eine spröde Glaswaare selbst dadurch haltbarer wird, wenn man sie in einen Topf voll Wasser steckt, dieses bis zum Kochen erhitzt, dann zugedeckt hinstellt und nun so langsam als möglich erkalten läßt.

Worin liegt aber die Ursache der großen Sprödigkeit des Glases, wenn es schnell erkaltet? Einzig und allein in der hier stattfindenden ungleichmäßigen Verdichtung der Glasmasse, insofern bei einer schnellen Abkühlung die äußeren Theile sich schneller zusammenziehen, als die inneren; bei der dadurch entstehenden ungleichmäßigen Lage der kleinsten Glastheilchen werden diese oft schon bei der geringsten Erschütterung, wie auch durch eine schnelle Erwärmung und Erkältung, von einander getrennt.

Dieses Bestreben der kleinsten Theilchen, ihre ungleichmäßige Lage gegen einander zu ändern, was sich natürlich nur durch ein Zerspringen der festen Glasmasse äußern muß, zeigt sich in einem sehr hohen Grade bei den sogenannten Glastropfen und Springkolben. Die ersteren sind Tropfen von geschmolzenem Glase, die man in kaltes Wasser fallen läßt, wobei sie einen langen dünnen Schweif erhalten, der zuerst abkühlt, während das dickere Ende eine mehr allmälige Abkühlung erleidet. Das merkwürdige bei diesen Glastropfen besteht darin, daß das dickere Ende die gewöhnliche Haltbarkeit des Glases zeigt, das dünnere Ende aber so spröde ist, daß bei dem Abbrechen ihrer Spitze sofort der ganze Glastropfen und zwar oft mit einem starken Knall zerspringt. Die Springkolben sind dagegen gewöhnlich kleine Glaskolben mit dickem Boden, welche nicht in den Kühlofen gekommen sind. Ihre innere Oberfläche ist am langsamsten erkaltet und hält den ganzen Kolben so zusammen, daß er kleine Stöße von außen und ebenso das Hineinfallen kleiner runder Körper aushält; sobald man aber einen eckigen Körper, selbst ein Splitterchen Feuerstein, hineinfallen läßt, so zerspringt der Kolben augenblicklich oder nach einigen Augenblicken in unzählige Stückchen. Man kann sich, wie Berzelius sagt, dieses Verhalten durch die Vergleichung mit einem straff ausgespannten Stück Zeug versinnlichen, welches der Spannung so lange widersteht, als es noch unverletzt ist, aber bei dem klein-

sten Risse, den man mit einer Scheere oder mit einem Messer darin macht, zerreißt.

Auf der Sprödigkeit des Glases beruht die Kunst, das Glas vermittelst eines Diamantensplitters oder durch Erhitzung zu sprengen. Bei Glastafeln ist das Sprengen mit einem Diamanten am zweckmäßigsten; dagegen ist ein solches Sprengen bei Flaschen, Trinkgläsern u. s. w. schwieriger, weshalb man sich hier der Erhitzung, und zwar auf mancherlei Weise, bedient. So besteht das Sprengen mit einem glühenden spitzen Eisen darin, daß man mit der Spitze desselben die gewünschte Linie umfährt und dann die erhitzte Stelle mit kaltem Wasser bestreicht, wodurch ein Riß entsteht, der gewöhnlich der erhitzten Linie folgt. Das Sprengen mit einem Bindfaden findet statt, wenn derselben eine durch zwei gradlinige Pappstreifen genau begrenzte Linie umwindet und dann wie eine Säge von zwei Personen so lange hin und her gezogen wird, bis die Glasstelle sich erhitzt, woauf die Sprengung ebenfalls durch ein schnelles Befeuchten mit kaltem Wasser erfolgt. Aehnliche Dienste leistet auch ein mit Terpenthinöl getränkter Bindfaden, welcher nach der Umwindung des Glases angezündet und nachher mit Wasser besprengt wird.

Eine heiße Sprengung des Glases in beliebige Figuren kann man nur durch die Sprengkohle bewirken, welche, in Gestalt eines dicken Bleistifts, durch ihr fortdauerndes Glühen an der Spitze den Riß des Glases nach allen Richtungen führt. Eine gute Sprengkohle wird aus einem Teig geformt, welchen man aus Traganthschleim, etwas weingeistiger Harzauflösung und feinem Kohlenpulver bereitet; hat man die Kohlenstifte auf einem Brettchen rund gerollt, so trocknet man sie in einer mäßig warmen Luft. Es versteht sich indessen von selbst, daß man zu der Bildung von Figuren diese sich erst auf der Glastafel vorzeichnet; dann aber wird die Sprengung des Glases auch um so sicherer stattfinden, wenn man erst die Stelle anfeilt, von wo die Zeichnung beginnt. Das Feilen des Glases wird dadurch sehr erleichtert, wenn man die Feile mit Terpenthinöl befeuchtet. In der Regel wendet man das Feilen bei massiven Glasstangen an, wo man dann die Sprengung durch Entzündung eines Schwefelfadens vornimmt.

Eine merkwürdige Eigenthümlichkeit des Glases besteht darin,

daß es eine glänzende metallartige Politur annimmt, wenn es geschmolzen unter einem starken Druck erkaltet. Andererseits ist es in der Glühhitze so dehnbar und zähe, daß es sich zu den feinsten Fäden ausziehen läßt. Dieses geschieht am einfachsten dadurch, daß man den Anfang eines durch eine Löthrohrflamme geschmolzenen Glasstückes an den Flügel einer gewöhnlichen Garnhaspel befestigt und diese umdreht; so wickelt sich der Glasfaden immerfort, so lange das Glas noch flüssig ist, um die Haspel herum und kann nun, wie es gewöhnlich geschieht, zu Glasbändern und ähnlichem Schmuck verwendet werden.

So viel über die allgemeinen Eigenschaften und über die zweckmäßigste Behandlung des Glases, wo wir mit demselben diese und jene unterhaltenden und praktisch wichtigen Experimente anstellen wollen. Freilich hat der Glaskünstler auch noch die Unterschiede der verschiedenen Glasarten zu berücksichtigen, wenn er seine Zwecke sicher erreichen will. Was aber uns betrifft, die wir nur eine allgemeinere Kenntniß dessen erstreben, was die gewerbliche Kunst mit Hülfe der Chemie erreicht, so wird uns zu einer richtigen Beurtheilung der verschiedenen Glasarten Folgendes genügen.

Das Natron giebt ein schöneres, leicht flüssigeres Glas, als Kali; deshalb setzt man auch der Potasche mehr oder weniger Kochsalz- oder Glaubersalz hinzu. Ist in der Glasmasse Eisenoxydul vorhanden, so erscheint das Glas grün; um aber diese grüne Färbung zu beseitigen, braucht man nur etwas Braunstein der Glasmasse zuzusetzen, worauf dann ein Theil Sauerstoff des Braunsteins das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelt, welches hiermit die Eigenschaft, das Glas grün zu färben, verliert. Enthält ferner das Glas zu viel Alkali, so wird es trübe und verwittert an der Oberfläche; dieses sehen wir an manchem Fensterglas, das mit der Zeit seine Durchsichtigkeit verliert. Manche Glasarten, wie Krystallglas, Flintglas, Kronglas u. s. w., welche namentlich zu optischen Gläsern dienen, enthalten mehr oder weniger Bleioxyd, wodurch das Glas leichter schmelzbar wird und daher eine gleichförmigere Masse bildet, welche die Lichtstrahlenbrechung vermindert.

Das sogenannte Beinglas oder Milchglas, welches vollkommen undurchsichtig und weiß ist, wird durch ein Zusammen-

schmelzen des Glases mit weißgebrannten Knochen erhalten. Der Schmelz der Zifferblätter auf den Uhren ist eine zinn- und bleihaltige auf Kupferblech festgebrannte Glasmasse; die farbigen Zeichnungen auf den Zifferblättern werden aber, wie wir es schon früher kennen gelernt haben, eingebrannt.

Endlich kann als eine besonders feste Glasart das Reaumürsche Porzellan unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen. Man erhält es, wenn man Glas mit Gyps oder Sand umgiebt, in einen Ofen einsetzt und darin lange Zeit glühend erhält, ohne es zu schmelzen. Es verliert dabei seine Durchsichtigkeit, bekommt eine unebene Oberfläche, widersteht der äußeren Gewalt kräftiger, als vorher, ritzt das Glas und giebt sogar Funken am Stahl. Diese Umwandlung des Glases, wobei es in seiner chemischen Zusammensetzung durchaus keine Veränderung erleidet, läßt sich nur daraus erklären, daß die kleinsten Theilchen des Glases eine andere Aneinanderlageruug annehmen, bei der die Lichtstrahlen weder hindurchdringen können, noch eine Erschütterung oder ein plötzlicher Temperaturwechsel den inneren Zusammenhang so leicht zu stören vermag.

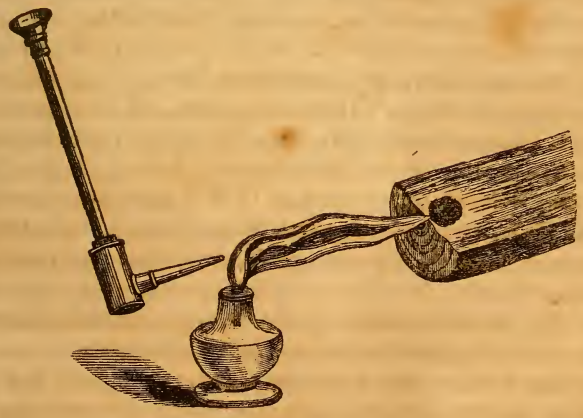
Nachdem wir nun hiermit die Darstellung und Anwendung der wichtigsten festen und unlöslichen Glasarten im Kurzen betrachtet haben, bleibt uns noch einiges über das auflösliche Glas zu bemerken übrig, das unter dem Namen Wasserglas oder Fuchs'sches Glas in neuerer Zeit nicht nur als ein Schutzmittel für leicht verbrennbare Körper gegen das Feuer in Anwendung gekommen, sondern sogar als eine vortreffliche Seife empfohlen worden ist.

Wir haben schon oben gesehen, daß eine Zusammenschmelzung von etwa 1 Theil Kieselerde und 4 Th. Potasche oder Soda ein leicht auflösliches Glas giebt. Ein besseres Wasserglas erhält man auf die einfachste Weise, wenn man 60 Theile Sandstaub und 100 Theile Weinstein (doppelt weinsteinsaures Kali) zusammenschmilzt. Von der geschmolzenen und nun gepulverten Masse wird so viel in kochendem Wasser aufgelöst, als dieses aufzunehmen vermag. Bestreicht man mit dieser Auflösung eine Fläche, so trocknet sie bei der gewöhnlichen Temperatur schnell aus und bildet einen firnißartigen Ueberzug, so daß durch denselben Holz, Tapeten,

Theaterdekorationen sehr schwer entzündlich werden und selbst bei der Entzündung nicht so leicht im Stande sind, die Verbrennung fortzupflanzen. Zeuge, welche mit diesem Glasfirniß überzogen sind, können zwar aufgerollt, nicht aber gefaltet werden, weil im letzteren Fall das Glas abspringt.

Das Wasserglas besteht im trockenen Zustande nach der Angabe des Erfinders aus 62 Theilen Kieselsäure, 26 Theilen Kali und 12 Theilen Wasser und ist demnach ein wasserhaltiges Glas, während das gewöhnliche unlösliche Glas kein chemisch gebundenes Wasser enthält. Werden 2 Theile krystallisirtes kohlensaures Natron mit 1 Theil reiner Kieselerde zusammengeschmolzen, so erhält man ein Wasserglas, das sich in vieler Beziehung noch mehr empfiehlt.

Zu allen kleinen Versuchen, die verschiedenen Glasarten zu bereiten, kann man sich des Löthrohrs in der Weise bedienen, wie die folgende Zeichnung zeigt. Bläst man vermittelst des Löthrohrs



Figur 48.

die Flamme auf verschiedene kleine Mischungen von Sand und Kali oder Natron, welche man auf einem Stück Holzkohle etwas angefeuchtet zu einem Kügelchen formt, so wird man dabei auch verschiedene glasartige Verbindungen erhalten. Ebenso lassen sich hier

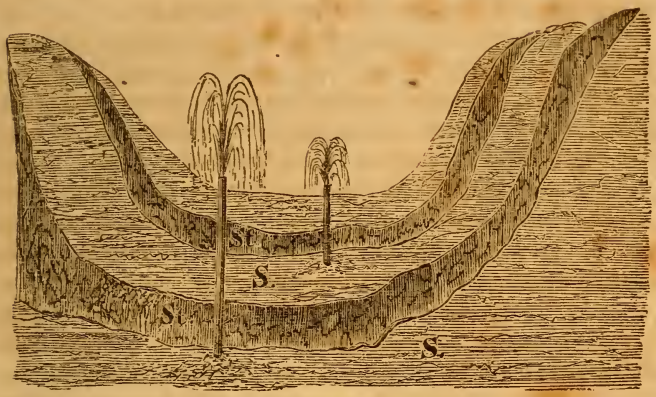
auch durch Zumischung der verschiedenen färbenden Metalle (vergl. II, S. 58) leicht Proben von allen farbigen Gläsern darstellen. Freilich wird man zu solchen kleinen Versuchen sich am besten des Aetzkali's oder Aetznatrons bedienen, damit nicht die entweichende Kohlensäure den Zusammenhang der Glasmasse störe.

Nach der Kieselerde oder Kieselsäure ist die Thon- oder Alaunerde wohl das verbreitetste Mineral auf der Erde, da es neben Kieselerde nicht nur die Masse der meisten Gesteine bildet, sondern auch ein Hauptbestandtheil des Thonschiefers, des Mergels und besonders des Lehms, der Walkerde u. s. w. ist. In einem reinen Zustande findet sich jedoch die Thonerde sehr selten, und dann meist nur krystallinisch, wie in den Edelsteinen Saphir, Rubin und Korund, welche eine sehr geringe Menge Eisenoxyd, Kalk- und Kieselerde enthalten; diese krystallisirte Thonerde ist nächst dem Diamant der härteste Körper.

Die Thonerde besitzt eine metallische Grundlage und unterscheidet sich dadurch wesentlich von der Kieselerde, deren Grundelemente, der Kiesel, nicht metallischer Natur ist. Das Grundelement der Thonerde, Alumium genannt, ist zwar ein graues Pulver, nimmt jedoch unter einem Polirstahl einen zinnweißen Metallglanz an. Dieses Thonerdemetall ist selbst bei der Weißglühhitze unschmelzbar; wenn man es aber unter Zutritt der Luft erhitzt, so verbrennt es mit einem starken Glanz zu weißer, harter Thonerde; wird es mit einer verdünnten Säure, wie Schwefelsäure, übergossen, so zersetzt es, wie Eisen und Zink, unter Entwickelung von Wasserstoff das Wasser und geht dann als Alumiumoxyd (Thonerde) eine Verbindung mit der Säure ein.

Die Thonerde, wie sie sich im Töpferthon, im Lehm, im Bolus u. s. w. vorfindet, besitzt die wichtige Eigenschaft, das Wasser einzusaugen und damit einen Teig zu bilden. Zugleich hält die Thonerde, nachdem sie etwa $^3/_4$ ihrer Gewichtsmenge Wasser eingesogen hat, dasselbe so zurück, daß es nicht, wie beim Sand, durchsickert, wenn die Thonerde noch weiter mit Wasser übergossen wird. Dies ist nicht allein die Ursache, warum sich das Regenwasser auf einem Thonboden länger erhält, sondern, warum sich

auch in der Sandmasse zwischen zwei Thonlagern so viel Wasser ansammeln kann, daß es einen artesischen Brunnen (vergleiche die Zeichnung) zu geben vermag.



Figur 49.

Durch diese wasserhaltende Kraft der Thonerde vermag unsere Ackererde, welche mehr oder weniger Thonerde enthält, den Gewächsen noch die erforderliche Feuchtigkeit zu liefern, wo die Pflanzen auf einem Sandboden in einer regenarmen Jahreszeit verdorren müssen; der Humus oder die Dammerde besitzt zwar auch eine wasserhaltende Kraft, doch in einem ungleich geringeren Grade. Zugleich wird auch der Ammoniakgehalt des Regenwassers durch die Thonerde gebunden.

Nicht minder zeichnet sich die Thonerde dadurch aus, daß sie, wie wir es bei der Alaunbeize sehen, die Farbstoffe begierig einsaugt oder sich sogar chemisch mit ihnen verbindet, und endlich erweist sie sich auch dadurch in vielen Fällen sehr nützlich, daß sie die Fettsubstanzen aufnimmt; die Walkerde, eine weiche Thonart, verdankt dieser letzteren Eigenschaft allein ihre Anwendung und ihren Namen.

Um die Thonerde rein zu erhalten, muß man sie aus dem Alaun darstellen. Dieses geschieht einfach dadurch, daß man den Alaun (vgl. I, S. 38) in 4 bis 5 Theilen kochendem Wasser auflöst

und dann die Auflösung mit so viel kohlensaurem Kali oder besser kohlensaurem Natron versetzt, bis kein Aufbrausen stattfindet; hierbei verbindet sich das Natron mit der Schwefelsäure zu dem löslichen Glaubersalz und die Thonerde scheidet sich aus, ohne die Kohlensäure aufzunehmen.

Die so gefällte Alaunerde enthält chemisch gebundenes Wasser, wie der gelöschte Kalk, ist eine weiße, zerreibliche Masse von etwas zusammenziehendem Geschmack und löst sich nicht im Wasser auf, obgleich sie das Wasser begierig einsaugt. Wird dagegen die wasserhaltige Alaunerde durch ein starkes Glühen von ihrem gebundenen Wasser befreit, so backt sie entweder zu einer so festen Masse zusammen, daß diese am Stahl Funken giebt, oder verbleibt, wenn man sie als Pulver geglüht, in diesem pulverförmigen Zustande, ohne sich jedoch jetzt mit Wasser zu einem Teig anrühren zu lassen; ebenso ist die gebrannte Thonerde nicht mehr in Säuren löslich, welche Eigenschaft die wasserhaltige Thonerde in nicht geringem Grade besitzt. Da sich die wasserhaltige Thonerde (Alaunerdehydrat) beim Erhitzen, und zwar durch den allmäligen Verlust ihres Wassers, gleichmäßig zusammenzieht, so hat man sie auch zu einem Hitze- oder Feuermesser (Pyrometer) in Anwendung gebracht, wie wir es in der Physik bei dem Wedgwood'schen Pyrometer näher kennen lernen werden.

Zwischen der Alaunerde und der Kieselsäure findet eine große chemische Anziehung statt. Bereitet man sich eine Auflösung der wasserhaltigen Thonerde in eine Aetzkali- oder Aetznatronlauge, und gießt dieselbe in eine Auflösung von Wasserglas, so scheidet sich eine unlösliche Verbindung dieser beiden Erdarten aus.

Die verschiedenen Thonarten entwickeln alle den eigenthümlichen Thongeruch, wenn sie Eisenoxyd enthalten, was ihre braune und röthliche Färbung verräth; außerdem enthalten sie eine bedeutende Menge Kieselerde und unter anderm auch oft nicht wenig Kalk. Je weniger Kieselsäure in dem Thon vorhanden ist, desto fetter, d. h. desto knetbarer erscheint er; dennoch überwiegt auch in dem fetten Thon gewöhnlich die Kieselsäure die Thonerde.

So viel zu einer chemischen Würdigung dieser Erdart, welcher die Kultur noch mehr verdankt, als der Kieselsäure. Was wären unsere Gebäude ohne die Thonmasse, welche zur Ziegelbrennerei

verwendet wird! Nicht weniger hängt aber auch von dem Vorhandensein des Thons die Kunst der Metallschmelzung ab, zu der dieses Mineral die erforderlichen feuerfesten Geräthe liefern muß, abgesehen selbst davon, daß es auch unsere Küche mit der für sie so wichtigen Töpferwaare zu versorgen hat. So ist denn der Thon nicht nur für den Haushalt der Natur, für die Ansammlung unterirdischer Wässer zu segensreichen Quellen und für das Gedeihen vieler Pflanzen von hoher Wichtigkeit, sondern dieses Mineral hat auch für das menschliche Geschlecht eine welthistorische Bedeutung erlangt, indem sich an seine Benutzung die alleinige Möglichkeit vieler kulturwichtigen Gewerbe und Künste knüpft. Betrachten wir hiernach zunächst, welchen Nutzen der Thon den kulturfähigen Völkern zu ihrem Häuserbau gewährt.

Die Backsteine und der Mörtel.

Erst mit der Erfindung der Ziegelbrennerei erhob sich der Städtebau im Alterthum zu jener Großartigkeit, welche wir noch jetzt in ihrem hinterlassenen Schutt bewundern. Schon die Mauern Babylons waren aus gebrannten Ziegel- oder Backsteinen aufgeführt, wozu das Erdpech oder der Asphalt den Mörtel bildete; von den Israeliten heißt es, daß sie in der egyptischen Knechtschaft gezwungen wurden, Thonerde zu graben und Ziegel zu brennen. Ganz besonders haben sich später die Römer in der Ziegelbrennerei ausgezeichnet, wie es die alten Bauten Roms durch ihre Dauerhaftigkeit noch jetzt beweisen. Nächst ihnen haben später im Mittelalter die Deutschen und seitdem die Holländer in der Ziegelbrennerei Bedeutendes geleistet, bis endlich die Chemie der neueren Zeit, die auch hier die Haupterfordernisse richtig erkannte, die Backsteine überall von gleicher Güte herstellen lehrte, wo sich dazu das nöthige Material vorfindet.

Wenn sich ein Thon zur Ziegelbrennerei empfehlen soll, so darf er beim Uebergießen mit einer Säure nicht ein Aufbrausen veranlassen; dieses würde die Gegenwart von kohlensaurem Kalk anzeigen, welcher das Nachtheilige hat, daß er beim Brennen die Kohlensäure entweichen läßt und somit in dem zusammengebackenen Thon Risse erzeugen könnte. Besser als der zähe fette Thon ist

der magere; außerdem muß er auch eine angemessene Vermengung mit Sand vertragen, beim Austrocknen nicht schwinden, d. h. zu merklich einschrumpfen, und im Feuer steinhart werden. Die gelbe und rothe Farbe zeugt von einem geringen Eisengehalt, welcher der Festigkeit der Ziegel nicht nachtheilig ist; erhält der Thon aber nach dem Brennen eine mehr ins Graue spielende Farbe, so verräth das seinen Kalkgehalt.

Auch hat man gute schwarze Ziegelsteine. In diesen wird, wie viele behaupten, die schwarze Farbe dadurch hervorgerufen, daß man sich zur Feuerung eines gerbstoffhaltigen Holzes, auch des Torfes, bedient, wo der Gerbstoff alsdann bei seinem theilweisen Verflüchten die Ziegelmasse durchdringen und ihr Eisenoxyd tintenartig schwärzen soll. Da indessen jede organische Substanz, also auch der Gerbstoff, von der zur Ziegelbrennerei erforderlichen Hitze zerstört werden muß, so kann die schwarze Farbe jener Ziegel nur von einer Verkohlung organischer Stoffe in der Thonmasse herrühren.

Wie viel Sand man jedesmal dem Thon beizumischen hat, um aus ihm gute Backsteine zu gewinnen, läßt sich nicht angeben. Gewöhnlich rechnet man auf 4 Theile guten zähen Thon 1 Theil Sand; besser ist es, ehe man eine Thonart gehörig kennt, mehrere Probemischungen zu machen und dieselben zu brennen. Das Verfahren bei der Ziegelgewinnung besteht im Kurzen in Folgendem.

Zuerst wird der Thon in ausgemauerte Gruben, die sogenannten Sümpfe, gebracht und hier mit so viel Wasser übergossen, bis er gehörig durchweicht ist. Nun wird der Thon herausgenommen und mit Sand durchgeknetet, was durch ein Treten geschieht; hierauf wird die Masse in hölzerne oder eiserne Rahmen gestrichen und nun nach Entfernung dieser Formen in die Ziegelscheune zum Trocknen gebracht. Sind endlich die Ziegel so weit ausgetrocknet, daß sie keine Feuchtigkeit mehr zeigen, so werden sie zum Brennen in die Ziegelöfen gebracht, zu deren Feuerung man Holz, Torf oder Steinkohlen braucht. In der Regel sind diese Oefen so groß, daß 10—20,000 Ziegel darin mit Zulassung der Feuerflamme Platz finden. Das Feuer wird erst mäßig etwa drei Tage lang unterhalten, bis die Ziegel alle wässerige Feuchtigkeit verloren haben, was man an dem mehr weiß werdenden Rauch sehen kann; hierauf wird

aber das Feuer allmälig so verstärkt, daß die Steine glühend werden. Erst durch die Glühhitze erlangen die Backsteine die gehörige Festigkeit, indem hier die Thonerde mit der Kieselsäure (Sand) eine chemische steinartige Verbindung bildet. Auf eine ähnliche Weise werden aber auch die Dachziegel und andere Ziegelarten dargestellt.

Die Darstellung der Ziegel erinnert uns zugleich an den Mörtel, welcher ein Mauerwerk gewissermaßen in eine einzige feste Masse zu verwandeln hat. Doch haben wir es hier nicht mit der Thonerde, sondern vielmehr mit der Kalkerde und der Kieselsäure zu thun. Der Mörtel ist also eine Art Verglasung des Kalkes mit der Kieselsäure, und zwar auf nassem Wege, zu betrachten, denn Sand und gelöschter Kalk erhärten bei ihrer breiartigen Vermischung mit Wasser nur dadurch, daß ein Theil der Kieselsäure mit dem Kalk eine chemische Verbindung eingeht, wie es Berzelius zuerst erkannt hatte. In der Regel geben 7 Theile eines Gemisches aus feinem und grobem Sand (Grand oder Kies) mit 1 Theil gelöschtem Kalk und Wasser einen guten Mörtel. Ein Zusatz von Braunstein ertheilt diesem Gemisch sogar auch die Eigenschaft, unter Wasser zu erhärten; am sichersten braucht man doch zu einem solchen hydraulischen Mörtel, der unter dem Wasser erhärten soll, 2 Theile gelöschten Kalk und 3 Theile Traß oder auch Puzzollanerde. Letztere ist ein vulkanischer Sand und kommt aus Italien, der Traß dagegen, aller Wahrscheinlichkeit nach ein vulkanisches, aus Sand, Thonerde, Eisen u. s. w. bestehendes Produkt, wird am Rhein gefunden.

Die gewöhnliche Töpferwaare.

Gehen wir nach der Betrachtung der Backsteine zu derjenigen Verarbeitung des Thons über, wodurch er in gewerblicher und wirthschaftlicher Beziehung eine so große Bedeutung erlangt hat, so ist es zunächst die Kunst des Töpfers, welche für einige Augenblicke unsere Aufmerksamkeit zu fesseln verdient.

In vielen Fällen hat der Töpfer oder Hafner dasselbe am Thon und an dessen Zubereitung zu beachten, was der Ziegelbrenner zur Gewinnung guter Backsteine berücksichtigen muß; da er es

aber im Ganzen mit einem feineren Erzeugniß zu thun hat, so nimmt er auch oft mit dem Thon eine Reinigung vor, wie es zur Ziegelbrennerei eben nicht erforderlich ist. Eine solche Reinigung besteht z. B. auch in dem Schlemmen des Thons, indem derselbe mit vielem Wasser angerührt wird, damit sich so die gröberen Theile aus ihm abscheiden können. Der so gewonnene feinere Thon wird theils rein, theils mit feinem Sand gemischt, meist auf einer Drehscheibe zu den verschiedenen Töpfen geformt, dann in gelinder Wärme getrocknet und zuletzt gebrannt.

Auf diese Weise erhält man die unglasirte Töpferwaare, welche sich außer zu Blumentöpfen, Zuckerhutformen u. s. w. auch noch zum Kühlhalten von Wasser während der Sommerhitze empfehlen. Indem im letzteren Falle fortdauernd etwas Wasser durch die Poren des irdenen Gefäßes verdunstet, wird auch ebenso fortdauernd dem übrigen Wasser Wärme entzogen, da bekanntlich jede Flüssigkeit, wo sie in den gasförmigen Zustand übergeht, dazu einer gewissen Menge Wärme bedarf.

Soll die Töpferwaare glasirt werden, so muß das Ueberziehen der Waare mit der Glasurmasse schon vor dem Brennen vorgenommen werden. Diese Glasur hat nicht nur den Zweck, die Geschirre gegen die Feuchtigkeit undurchdringlich zu machen, sondern auch zu verhüten, daß die darin gekochten Speisen einen Thongeschmack erhalten; leider aber behauptet sich hier noch immer die alte Gewohnheit, mit dem giftigen Bleioxyd die Glasur zu bewirken, während schon längst die Mittel zu einer unschädlichen Glasur bekannt sind. So erhält man eine solche unter anderem aus 4 Theilen geglühter Soda und 5 Theilen weißem eisenfreien Sand, wenn man diese mischt und in einem mit Kreide ausgeriebenen sehr dichten Tiegel einer solchen Hitze aussetzt, daß sie zu Glas zusammenschmelzen, worauf man diese Masse pulverisirt, mit Wasser zu einem Brei anreibt und nun die Geschirre damit vor dem Brennen überzieht.

Mehr Sorgfalt, als die gewöhnliche Töpferwaare, erfordert die Anfertigung von thönernen Schmelztiegeln, Retorten und Kolben. Diese müssen oft so hohe Hitzegrade aushalten, daß selbst strengflüssige Metalle und die verschiedenen Glasmassen in ihnen zum Schmelzen kommen, und daher giebt es nur wenige

Schmelztiegelfabriken, deren Waare den Erfordernissen entspricht. Am meisten werden die Hessischen und Passauer Tiegel geschätzt; die ersteren, von gelber oder röthlicher Farbe, werden aus einem weißen fettigen Thon und reinem weißen Quarzsand verfertigt; die Passauer Tiegel, von glänzend schwarzer Farbe, erhält man jedoch aus einem guten Thon und der doppelten Menge gepulvertem Reißblei (Graphit).

Nicht weniger kann uns unter Umständen das Material zu den irdenen Tabakspfeifen interessiren. Diese werden aus einem reinen Thon angefertigt, welcher im Feuer weiß brennt. Zuerst wird dieser Thon geschlemmt, dann die Masse gehörig durchgeknetet und zu dünnen Walzen ausgerollt, worauf diese Walzen mit einem Draht durchbohrt, dann, mit einem Kopf versehen, in Formen gepreßt und nun getrocknet und gebrannt werden.

Von größerer Wichtigkeit für uns sind jedoch die Fayencefabriken. Der Name ihrer Waare stammt von der italienischen Stadt Faenza, wo in früherer Zeit das beste feine Töpfergeschirr angefertigt wurde. Man wählt zu den Fayencegeschirren einen weißen oder gelblichen Thon, welcher sich weiß brennen läßt, schlemmt und durcharbeitet ihn darauf aufs sorgfältigste. Wenn der Thon nicht von Natur Sand genug enthält, so versetzt man ihn mit so viel Sandpulver, als man es nach dem Probegeschirr für gut befindet. Nach der Verarbeitung und nach einem Harttrocknen der Waare wird diese mit der erforderlichen Glasur versehen und dann, zur Vermeidung einer Berußung, in thönernen Kapseln der erforderlichen Glühhitze ausgesetzt.

Die Fayencegeschirre werden indessen von dem englischen Steingut übertroffen, insofern sich dieses noch als dauerhafter bewährt. Man verwendet dazu einen guten Pfeifenthon und Quarzpulver; beide Materialien werden zu gleichen Theilen aufs genaueste gemengt, dann mit Wasser angeknetet und, wie die andere Thonwaare, verarbeitet, nur mit dem Unterschiede, daß die Steingutmasse zuletzt noch stärker geglüht wird, wodurch die Waare dem Schmelzpunkt sehr nahe kommt und mehr eine Verglasung erleidet; dies läßt sich auch auf der Bruchfläche eines Steingutgeschirres wahrnehmen, die im Ganzen glänzender und glasartiger aussieht, als z. B. die Bruchfläche der Fayencegeschirre.

So gelangen wir denn hiermit auch zu der Betrachtung der Porzellanfabrikation, einer Kunst, welche, schon lange in China bekannt, erst seit dem Anfange des vorigen Jahrhunderts in Europa erfunden worden ist und in der ersten Zeit mehr Aufsehen erregt hat, als manche segensreiche Entdeckung der Gegenwart. Beginnen wir mit ihr einen neuen Abschnitt unserer Unterhaltung.

Das Porzellan.

Wir haben es schon bei mehreren Gelegenheiten bemerken können, daß zur Erfindung einer Sache ein glücklicher Zufall nicht ausreicht, wenn nicht eine Genialität dessen, den der Zufall zu einer Entdeckung führt, diese Entdeckung in der angemessensten Weise praktisch zu benutzen vermag. Es gab Naturwahrheiten, über welche Jahr ein Jahr aus philosophirt und docirt wurde, ohne daß es einem eingefallen wäre, diese Naturwahrheiten auf neue Künste und Gewerbe in Anwendund oder wenigstens in Vorschlag zu bringen; andererseits haben Männer mit weniger speciellem Wissen dagegen mit einer überwiegenden Schärfe des Verstandes nach allen Seiten hin versucht, diese oder jene Eigenschaft der Körper, welche sie einmal erkannt hatten, zum Wohl der Menschen auszubeuten. Außer einem scharfen praktischen Verstand hat aber auch nicht wenig eine gewisse reichhaltige Phantasie auf dem Gebiete der Erfindungen Großes geschaffen, und einer solchen Phantasie verdanken wir auch die Erfindung des Porzellans, nachdem man lange vorher schon mit den Materialien dazu für die Herstellung dieser und jener geringeren Thonwaare experimentirt hatte. Mögen uns daher zur Begründung dieser Wahrheit einige Mittheilungen aus dem Leben des Porzellanerfinders unterhalten, bevor wir das Wesen der Porzellanbereitung selbst betrachten.

Am Ende des 17ten Jahrhunderts erregte ein berliner Apothekerlehrling, Johann Friedrich Böttcher, aus Schleiz im Voigtlande gebürtig, zu wiederholten Malen den Verdruß seines Lehrherrn, daß er, anstatt mit Eifer den Geschäftsangelegenheiten nachzugehen, sich träumerischen Goldmacherideen hingab, indem er Nachts über den Stein der Weisen nachsann und am Tage, trotz des Spottes seiner Collegen, wie ein umherirrender Nachtwandler

alles vernachlässigte, was ihm zur Aufgabe gemacht worden war. Als endlich das Mißverhältniß zwischen ihm und seinem Prinzipal so weit gekommen war, daß er das Geschäft verlassen sollte, wußte er seinen Gebieter endlich mit dem Vorgeben zu täuschen, daß er sich bereits im Besitze einer Goldbereitungskunst befände, und bestätigte dieses vor dem Apotheker und mehreren anderen als Zeugen eingeladenen Personen durch ein Experiment, welches er wenigstens geschickt genug ausführte, um das größte Erstaunen zu erregen. Dieses Experiment bestand nämlich in nichts Geringerem, als daß der junge Alchymist nach der später schriftlichen Versicherung der Anwesenden mehrere Zweigroschenstücke in einem Tiegel zum Schmelzen brachte und nun die Metallmasse durch Zumischung eines rothen Pulvers, dessen Anfertigung er für sich als ein Geheimniß bewahrte, in ein feines Gold verwandelte.

Der Ruf des vermeintlichen Goldmachers verbreitete sich nun wie ein Lauffeuer durch ganz Berlin; Böttcher wurde von den vornehmsten Personen besucht und endlich sogar, wie es in seiner Lebensgeschichte heißt, eingeladen, am Hofe zu erscheinen. Letzteres schien sich nicht mit seinem Gewissen zu vertragen, und er entfloh nach Wittenberg; als er jedoch auch dort aufgesucht wurde, entkam er unter dem Schutz der sächsischen Behörden nach Dresden. Hier wurde er bei dem Fürsten von Fürstenberg, welcher bereits über den Goldkünstler die wunderbarsten Dinge erfahren hatte, aufs glänzendste aufgenommen, doch zugleich auch unter eine gewisse Ueberwachung gestellt, damit nicht das Geheimniß seiner Kunst weiter bekannt würde. Böttcher experimentirte nun nach Belieben in einem eigens für ihn eingerichteten Laboratorium mehrere Jahre hindurch, ohne seinen Zweck zu erreichen; zugleich hatte er aber seinem Beschützer so bedeutende Kosten für die vermeintlichen Goldingredienzien bereitet, daß er es endlich für das Gerathenste hielt, wieder zu entfliehen. Man erwischte ihn jedoch, und nun nahm sich seiner einer der bedeutendsten Naturforscher der damaligen Zeit, der Graf von Tschirnhauß, an, indem er das experimentirend forschende Talent Böttchers darauf benutzte, das echte Porzellan herzustellen. Hiermit fand nun endlich der rastlose Geist des Alchymisten seinen würdigsten Wirkungskreis; obgleich er mit einigem Widerstreben der Goldmacherei entsagte, so bewies er doch,

daß er auch auf einem andern Gebiete der chemischen Thätigkeit zu schaffen wußte, und so entdeckte er nicht allein das Geheimniß der chinesischen Porzellanfabrikation, sondern lieferte endlich auch so viel von dieser kostbaren Thonwaare aus einer bei Meißen aufgefundenen Thonart, der Porzellanerde, daß sein Fabrikat bald an allen Höfen Europa's in Gebrauch kam und die Errichtung einer großen Porzellanfabrik zu Meißen, welche noch jetzt besteht, nothwendig wurde.

Obgleich man aus der Kunst der Porzellanverfertigung in der ersten Zeit ein tiefes Geheimniß machte und selbst die Ausfuhr des sächsischen Thons aufs strengste bestraft wurde, so gelang es nunmehr auch andern denkenden Männern, Porzellan zu fabriziren, nachdem man dessen Möglichkeit eingesehen hatte. So entstanden denn auch im Laufe der Zeit sowohl in Berlin und Wien, wie auch in Paris und in andern außerdeutschen Hauptstädten bedeutende Porzellanfabriken.

Worauf beruht aber die Kunst der Porzellanfabrikation? Abgesehen von der technischen Zubereitung des Thons, der Einrichtung der Oefen und andern wesentlichen Dingen, welche nur die eigene Erfahrung lehrt, besteht das Chemische zur Gewinnung eines guten Porzellans nur darin, daß man die erforderliche Thonerde nicht nur in einem solchen Verhältniß mit reiner Kieselsäure mengt, daß beide Ingredienzien durch eine Art Zusammenschmelzung eine feste Verglasung bieten, sondern daß auch die Masse durch einen geringen Zusatz gewisser Flußmittel, wie Gyps, Schwerspath, Feldspath u. s. w., die Weichheit einer beginnenden Schmelzung erhält. Ferner hat man in neuerer Zeit zum Austrocknen der mit Wasser angerührten geschlemmten Ingredienzien einen bedeutenden mechanischen Druck in Anwendung gebracht. Das Speziellere bei der Kunst ist aber im Kurzen Folgendes.

Zunächst kommt es darauf an, eine reine, magere, sich weiß brennende Thonerde zu besitzen. Die sächsische Porzellanerde, welche in der Gegend von Meißen unter Lehm und Steinkohlenlagern gefunden wird, schimmert etwas ins Röthliche, brennt sich aber im Feuer vollkommen weiß. Sie besteht aus feinen Theilchen und läßt sich unter den Fingern sanft anfühlen. Ebenso fein muß die Kieselerde sein, wozu man am besten Quarzpulver verwendet, und end-

lich auch die Zuthat eines Schmelzmittels. Das beste Verhälniß der Materialien wird dagegen am sicherſten durch ein Probebrennen ermittelt, und dieſes Verhältniß kann man durch eine größere oder geringere Menge des Flußmittels, wozu man auch Porzellanſcherben braucht, ſo einrichten, daß die Maſſe mehr oder weniger ſchmelzbar iſt. So geben z. B. 100 Theile Porzellanerde, 8 Theile Sand- oder Quarzpulver, 6 Theile Gyps- und 9 Theile Porzellanſcherbenpulver eine Maſſe, die nicht ſchwer in ein anfängliches Schmelzen kommt. Nimmt man dagegen etwas mehr von der Kieſelerde und weniger von den Flußmitteln, ſo wird die Maſſe ſchon ungleich ſtrengflüſſiger.

Nachdem man den Quarz, ſo wie zum Theil auch die Flußmittel, durch ein Glühen, Zerſtampfen, Zermahlen und Schlemmen und dann die Thonerde durch ein Walzen und Schlemmen in dem feinſten Zuſtande erhalten hat, werden die einzelnen Ingredienzien theils durch Hitze, theils durch Druck getrocknet und dann in dem erforderlichen Verhältniß zuſammengeſiebt und mit Waſſer zu einem Teig angeknetet. Hierauf wird die ſo erhaltene teigige Maſſe mit feuchten Tüchern bedeckt und längere Zeit aufbewahrt, wodurch ſie mehr an Geſchmeidigkeit gewinnt. Soll die Maſſe endlich verarbeitet werden, ſo wird ſie nun ſo behandelt, wie es eben die Kunſt in Thon erfordert, d. h. ſie wird entweder zu den verſchiedenen runden Geſchirren auf den Töpferſcheiben gedreht oder auch in Formen gepreßt, während die geſchickte Hand des Künſtlers dabei dasjenige auszuführen hat, wozu keine Form gebraucht werden kann. Hierauf werden die Geſchirre, wie die übrigen Thonwaaren, zuerſt einer mäßigen Hitze zur Verdunſtung des Waſſers ausgeſetzt, d. h. windtrocken gemacht, dann noch einmal künſtleriſch durch ein Abdrehen, Poliren u. ſ. w. behandelt und nun, zum Schutz vor Rauch und Ruß, in feuerfeſten thönernen Kapſeln in den Glühofen gebracht, deſſen Hitze indeſſen nur allmälig zunehmen muß, bis ſie endlich einen der höchſten Grade der Weißglühhitze erreicht. Um endlich das Fabrikat von Zeit zu Zeit zu prüfen, bringt man auch in Kapſeln Probemaſſen in den Glühofen, die man durch eine einfache Einrichtung beliebig herausnehmen kann.

Die ſo gewonnene unglaſirte Porzellanwaare wird Biskuit genannt und iſt glanzlos und matt. Glanz erhält ſie durch die

Glasur, und zu diesem Ende werden die Geschirre nach dem Trocknen erst einem sogenannten Verglühen in einer weniger bedeutenden Hitze ausgesetzt, worauf sie dann mit einer Masse überzogen werden, welche ein mit feinem Porzellanmehl und Gyps durchmischtes Wasser ist. Wird die Waare nun der größeren Hitze ausgesetzt, so schmilzt die Glasur mit dem halbverglasten Porzellan zusammen, so daß nachher beim Zerschlagen desselben keine scharfe Grenze zwischen der glasigen Oberfläche und dem Innern sichtbar ist.

In der Regel erfordert das Brennen des Porzellans die größte Sorgfalt, wenn nicht die ganze Arbeit mißrathen soll. Dieses Mißrathen darf uns aber nicht befremden. Da die Thon- und Kieselerdemischung durch den Zusatz der Flußmittel in eine beginnende Schmelzung übergehen muß, so ist es bei der besten Einrichtung und Beschickung des Ofens doch unmöglich, daß diese anfangende Schmelzung an allen Stellen zugleich eintritt und zugleich endigt, um so weniger, da die Geschirre nicht alle von einerlei Dicke sind. Ein feines Porzellangut bleibt daher immer eine kostspielige Waare im Vergleich zu einem Mittelgut, dessen Fehler dem Auge des Kenners nicht entgehen, oder gar im Vergleich zu dem Ausschuß, der als ein billiges Porzellan in den Handel kommt. Stets muß sich aber das Porzellan vor jeder anderen Thonwaare durch eine gewisse Halbdurchsichtigkeit, einen feinen, dichten, mehr matten Bruch, und endlich dadurch auszeichnen, daß es die schnellste Veränderung der Wärme und Kälte verträgt, einen hellen Klang besitzt und am Stahl selbst Funken zu geben im Stande ist, welche letztere Eigenschaft indessen auch das englische Steingut haben muß.

Was die Porzellanmalerei betrifft, so haben wir darüber das Wesentlichste schon früher bei unseren Farbenunterhaltungen kennen gelernt. Ebenso erfuhren wir bei der Gelegenheit auch, daß wir das als blaue Farbe so sehr geschätzte Ultramarin nur als kieselsaure Thonerde, mithin als eine dem Porzellan ähnliche chemische Verbindung zu betrachten haben, die ihre Färbung auf eine noch nicht erklärte Weise durch eine sehr geringe Zumischung von anderen Mineralien, namentlich von Schwefel und Eisen, erhält. Hiermit aber beschließen wir unsere Besprechung der künstlichen Verwendung der Thonerde, um noch mit wenigen Worten das mehrfach erwähnte Doppelsalz, den Alaun, zu würdigen.

Der Alaun besteht gewöhnlich aus schwefelsaurer Thonerde, schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak und einer bedeutenden Menge Krystallwasser. Als Naturprodukt findet sich der Alaun in vielen vulkanischen Gegenden vor; auch wittert er aus manchen Thonschieferlagern aus. Um den reinen Alaun aus dem natürlichen und allen alaunhaltigen Substanzen zu gewinnen, braucht man sie nur mit Wasser auszulaugen und die Lauge so weit abzudunsten, daß sich der Alaun herauskrystallisiren kann. In den Alaunsteinen, welche in Ungarn und Italien häufig vorkommen, findet sich noch freie Thonerde und oft etwas Kieselsäure. Dieser Alaunstein wird vor dem Auslaugen noch geröstet, wo sich die freie Thonerde aus der Verbindung ausscheidet. Der hieraus dargestellte Alaun führt den Namen „römischer Alaun" und ist mit einem blaßrothen aus schwefelsaurem Eisenoxyd bestehenden Staube bedeckt.

Der Alaun löst sich in 18 bis 20 Theilen kaltem Wasser, dagegen nehmen 3 Theile kochendes Wasser 4 Theile Alaun auf. Da die Thonerde zu der Schwefelsäure keine große Anziehung besitzt, so vermag auch eine Alaunlösung Lackmus zu röthen. Wenn Alaun erhitzt wird, so zerfließt er in seinem Krystallwasser; sowie dieses Wasser aber verdunstet, wird die Masse breiartig, bläht sich dann auf und verwandelt sich zuletzt in eine weiße lockere Masse, welche man den gebrannten Alaun nennt. Wird jedoch dieser Alaun bis zur Glühhitze gebracht, so trennt sich die Schwefelsäure von der Thonerde, verflüchtigt und es bleibt nur eine aus schwefelsaurem Kali und aus Alaunerde bestehende Masse zurück; behandelten wir aber auf diese Weise Ammoniak-Alaun, so besteht die zurückbleibende Masse nur aus reiner Alaunerde, da das schwefelsaure Ammoniak in der Hitze ebenfalls entweicht.

Der erwähnte Ammoniak-Alaun unterscheidet sich weder in seiner krystallinischen Gestalt, noch in seinen anderen Eigenschaften, welche ihn für die technische Anwendung brauchbar machen, von dem gewöhnlichen oder Kali-Alaun. Will man ihn übrigens leicht erkennen, so braucht man ihn nur mit Aetzkali zusammenzureiben, wo er dann sofort Ammoniak entwickelt, indem sich die Schwefelsäure von ihm trennt und mit dem Kali eine Verbindung eingeht. Er entsteht, wenn schwefelsaure Alaunerde mit Ammoniaksalzen in der Auflösung vermischt werden.

Ferner bildet die schwefelsaure Alaunerde auch mit schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) ein Doppelsalz, das man mit dem Namen Natron-Alaun bezeichnet und das sich äußerlich, wie auch in den anderen Eigenschaften wenig oder gar nicht von dem Kali-Alaun unterscheidet. Aehnliche Doppelsalze sind ferner noch der Eisen-Alaun (schwefelsaures Eisenoxyd uud schwefelsaures Kali, Natron oder Ammoniak) und Chrom-Alaun (schwefelsaures Chromoxyd und schwefelsaures Kali, Natron oder Ammoniak). Alle diese Salze besitzen eine übereinstimmende Krystallbildung, wie wir sie an dem gewöhnlichen Kali-Alaun sehen; der Chrom-Alaun besitzt jedoch eine dunkelrothe und der Eisen-Alaun eine blaß violette Farbe.

Der Thonerde schließen sich noch einige andere sogenannte Erdarten in Bezug auf ein oft ähnliches Verhalten an, und zwar sind es die Beryllerde (im Smaragd), die Yttererde, die Zirkonerde und die Thorerde. Diese Erdarten hat man bis jetzt nur sehr selten in der Natur angetroffen, und so können sie uns auch wenig interessiren.

Wichtiger ist dagegen für uns die Betrachtung derjenigen Mineralien, welche von den bezeichneten Erdarten einen Uebergang zu den reinen Alkalien bilden und mit dem Namen „alkalische Erden" bezeichnet werden. Zu diesen gehören die Talkerde (Magnesia), die Kalkerde, Strontianerde und die Baryterde. Beginnen wir unsere Unterhaltung über dieselben in einem neuen Kapitel, indem wir auch hier dasjenige zunächst und ausführlicher berücksichtigen, was sowohl die Natur in einer reicheren Fülle bietet, wie auch von der menschlichen Kunst am meisten in Anwendung gebracht wird.

44.

Die alkalischen Erden und ihre Verwendung.

In neuerer Zeit, wo die wissenschaftliche Forschung sich mehr als je mit der Ermittelung einer Urweltsgeschichte beschäftigte und

vor allen Dingen die Bildung der verschiedenen Gesteine und ihrer eigenthümlichen Lagerung zu ergründen strebte, hat auch das Mikroskop nicht wenig dazu beigetragen, manches wunderbare Geheimniß in jener Urgeschichte der Erde zu enthüllen. Besonders aber hat hier der Kalk, wie er in seinen oft viele hundert Fuß tiefen Lagern in allen Erdtheilen zu finden ist, vieles bei einer mikroskopischen Untersuchung verrathen, was sonst der menschliche Geist nie hätte ahnen können.

So hat es sich aus einer mehrfachen mikroskopischen Untersuchung, die Professor Ehrenberg mit der Kreide aus verschiedenen Ländern Europa's anstellte, als eine unbestreitbare Wahrheit ergeben, daß ein großer Theil der mächtigen Kreidelager, namentlich Südeuropa's, aus Muscheln von einer außerordentlichen Kleinheit besteht, die mitunter noch weniger als den hundertsten Theil einer Linie im Durchmesser besitzen, so daß nach einer ungefähren Berechnung zehn Millionen Muscheln in einem Kubikzoll Kreide enthalten sein können. Diese Entdeckung beweist uns aber nichts geringeres, als daß die Länderstrecken, wo sich diese Kreidelager finden, in der Urzeit einen Meeresgrund gebildet haben. Dies wird besonders auch dadurch bestätigt, daß sich in Kalklagern überhaupt die Ueberreste anderer Meerthiere vorgefunden haben, während man die Feuersteinklumpen in diesen Lagern für eine Ansammlung von infusorischen Kieselpanzern hält.

Die Kalklager des festen Landes erinnern uns gleichzeitig an die Koralleninseln im Südmeer, welche mehr und mehr heranwachsen und mit der Zeit einen neuen Erdtheil zu erschaffen versprechen. Wir wollen aber diese Betrachtung hier nicht weiter verfolgen, sondern die Kalkerde, welche wir mit dem Angeführten als einen dritten Hauptbestandtheil der Erdrinde erkannt haben, in ihren einzelnen Erscheinungsarten näher auffassen, um zuletzt ihre Verwendung am sichersten zu würdigen.

Die meiste Kalkerde auf der Erde kommt mit Kohlensäure verbunden vor. Als ein solcher kohlensaurer Kalk erscheint auch der krystallisirte Kalkspath; dieser Krystall wird auch Doppelspath genannt, weil er die Eigenthümlichkeit besitzt, die Lichtstrahlen doppelt erscheinen zu lassen, so daß man z. B. einen schwarzen unter ihm befindlichen Strich als zwei Striche erblickt.

Der Marmor ist ein körniger, fester, kohlensaurer Kalk, dessen Anwendung namentlich zur Bildhauerei bekannt ist und der um so mehr geschätzt wird, wenn er vollkommen weiß ist. Solchen Marmor hat man bis jetzt am häufigsten zu Carrara in Italien und auf der griechischen Insel Paros gefunden. Der geaderte, bunt gefleckte und farbige Marmor findet sich häufiger und wird besonders zu Bauplatten und Säulen verwendet. Ein besonders vortrefflicher Marmor dieser Art wird im Salzburgischen gebrochen. Außerdem unterscheidet man noch einen sogenannten Muschelmarmor, in welchen man größere Muscheln eingeschlossen findet; dieser wird größtentheils zu kleineren Arbeiten benutzt.

Die Härte des Marmors erklärt sich daraus, daß sich hier die Trümmer einer urweltlichen Muschel- und Korallenwelt zuerst abgelagert haben und unter dem Druck späterer Ablagerungen von Kalk noch eine bedeutende Erhitzung durch irgend welche Ursachen erlitten haben müssen. Wie wir weiter unten sehen werden, verliert zwar der Kalk in bedeutender Hitze seine Kohlensäure; dieses geschieht jedoch nur dann, wenn kein bedeutender Druck auf ihm lastet. Wird der gewöhnliche kohlensaure Kalk in einem Schmelztiegel stark zusammengedrückt und dieser verschlossen, so läßt der Kalk seine Kohlensäure selbst auch bei starker Glühhitze nicht fahren, sondern erweicht und schmilzt zu einer dem carrarischen Marmor ähnlichen Masse zusammen, so daß es gewiß lohnend wäre, diese Versuche im Großen anzustellen.

Was indessen die Farbe des Marmors betrifft, so rührt sie meist von metallischen Auflösungen her, welche sich der Kalkmasse bei ihrer Umwandlung in Marmor untermischten, während der weiße Marmor von einer solchen Zumischung verschont geblieben ist und der noch seltenere schwarze Marmor durch eine Verkohlung von organischen Stoffen, welche in der Kalkmasse noch eingeschlossen waren, entstanden sein mag. Im großen Umfang besitzt er sehr selten eine gleichmäßige Färbung; unter den verschiedenen Farben, welche der Marmor zeigt, ist aber die blaue, wie man sie in dem türkischblauen Marmor findet, die seltenste.

Man hat oft die Behauptung ausgesprochen, daß die Ausschmückung von freien Plätzen mit Marmorwerken sich nur unter dem südlichen Himmel eigne; eine Marmorbüste in einer herbstlich

feuchten oder sogar winterlichen Umgebung mache stets auf ein kunstsinniges Gemüth den Eindruck eines verlassenen Fremdlings, dem man die allmälige Verkümmerung nur zu störend für den Schönheitssinn anmerke. Hierin liegt eine Wahrheit; eine feuchte Nebelluft führt den Marmor allmälig einer Verwitterung zu. Dagegen kann man auch manches Schutzmittel in Anwendung bringen; vorzugsweise empfiehlt sich dazu eine Tränkung des Marmors mit Wachs. Man läßt zu dem Ende das Wachs in der Wärme zergehen, erhitzt gleichzeitig den Marmor und reibt nun in denselben das flüssige Wachs mit einem Baumwollentuche ein, wo es bis auf $\frac{1}{16}$ Zoll in die Masse eindringt. Freilich verliert der weiße Stein durch eine solche Tränkung mit Wachs seinen reinen Glanz, gewinnt aber dagegen das Ansehen eines alten, gut erhaltenen Marmors.

Die Beliebtheit des Marmors zu großen und kleinen Kunstwerken hat mehrfach den Erfindungsgeist angeregt, durch künstliche Mischungen eine ähnliche Steinart zu erzeugen.

So wird in England ein künstlicher Marmor auf die Weise fabrizirt, daß man $2\frac{1}{2}$ Scheffel halb gebrannten Kalkstein mit 4 Pfund Potasche und 3 Pfund Alaun zusammen zu einem Pulver zermahlt und dann das Gemenge einige Zeit der Einwirkung der Luft aussetzt, damit der Kalk Wasser und Kohlensäure anziehe, worauf nun die Masse mit so viel Wasser angerührt wird, als erforderlich ist, um sich entweder formen, oder zur Bekleidung von Wänden gebrauchen zu lassen. Aehnlich benutzt man auch einen meist aus Marmorstaub zusammengesetzten Cement, um damit Säulen und Wände zu überziehen und ihnen ein marmorähnliches Ansehen zu geben. Ganz besonders ist aber als ein künstlicher Marmor in neuerer Zeit eine Mischung von stark gebranntem Gyps (schwefelsaure Kalkerde) und Alaunlösung in Anwendung gekommen. Die Mischung wird einem bedeutenden Hitzegrad unterworfen, wodurch sie in der Härte, Farbe und Fähigkeit zur Politur dem Marmor sehr nahe kommt.

Weniger dicht und hart als der Marmor ist der gewöhnliche Kalkstein, wie er gewöhnlich in allen Gebirgsbildungen vorkommt. Man unterscheidet auch bei ihm wie beim Marmor mehrere Arten, wie den Steinkalk, den Kalktuff, den Mergel-

kalk u. s. w. Der gewöhnliche Kalk ist es ganz besonders, welcher gebrannt und in der Vermischung mit Kiesel- und Thonerde als Mörtel verwendet wird. Die Anziehungskraft zwischen dem Kalk und der Kieselerde ist, wie wir gesehen haben, eine so bedeutende, daß sie schon auf nassem Wege eine theilweise Verbindung mit einander eingehen und so die Erhärtung des Mörtels bewirken.

Was endlich die Kreide betrifft, welche wir als ein feinerdiges weißes Schreibmaterial benutzen, so bildet dieselbe sowohl im Norden wie auch im Süden von Europa oft ganze Gebirge und weite, unfruchtbare Hochebenen, wie sich z. B. letztere im südlichen Frankreich finden. Als die jüngste Ablagerung aus einem urweltlichen Ocean, welcher einen großen Theil des gegenwärtigen Festlandes überfluthete, ist die Kreide zugleich auch der loseste natürliche Kalk. Die Kreide, welche man unter dem Namen spanisch Weiß kennt, ist eine der feinsten, reinsten und weißesten Kalkarten; sie findet sich nicht in großen Schichten, auch nicht in Bänken, sondern in den Spalten der Kalkfelsen und auf den Abhängen der Kreidehügel. Eine noch leichtere Kreidemasse ist unter dem Namen Mondmilch bekannt.

Ehe die Menschen Häuser gebaut, haben sie sich vor der Winterkälte und der zu großen Sommerhitze in die Felsenklüfte geflüchtet; wo ihnen aber diese natürlichen Wohnungen fehlten, legten sie Gänge und Räume in Bergen an, welche sich ohne Mühe aushöhlen ließen. Der Name Troglodyten (Höhlenbewohner), welchen man den ältesten Völkern beilegte, ist ein Beweis dafür, ebenso die vielen Grotten, die man jetzt noch in Indien, Arabien und in allen Erdgegenden sieht, wo die oft senkrechten Sonnenstrahlen den Schatten selbst aus den Wäldern verbannen. Die luftigsten, reinsten Grotten findet man jedoch meist in den Kreidebergen, und es zeigt sich hier sogar, daß die Urvölker bei Anlegung dieser unterirdischen Wohnungen schon einen gewissen Kunstsinn besaßen. Zu unseren Bauten dagegen findet die Kreide, wo sie häufig vorkommt, eine eben solche Benutzung zum Mörtel, wie der gewöhnliche Kalkstein.

Eine mit vielem Kalk untermischte Thon- und Kieselerde ist der bekannte Mergel, der in seiner Vermengung mit Schlamm- und Dammerde für viele Feldfrüchte als eine fruchtbare Bodenart

geschätzt wird; in der gewerblichen Kunst findet jedoch der Mergel als ein Gemisch von so verschiedenen Stoffen keine Anwendung, weshalb wir ihn auch hier nicht weiter beachten.

Wie in Verbindung mit der Kohlensäure, so bildet der Kalk auch mit Schwefelsäure als Gyps ein in großer Menge vorkommendes Mineral, wenngleich man nicht von ihm ganze Gebirgsmassen vorfindet; in der Regel trifft man ihn in der Nähe von kohlensaurem Kalk an. Merkwürdig ist es, daß man auch in den Gypslagern die Knochengerippe von urweltlichen Thieren gefunden hat.

Die Natur liefert den Gyps auch in krystallinischer Gestalt, und zwar als Gypsspath, Marienglas oder Selenit; den letzteren Namen hat der krystallinische Gyps erhalten, weil man in seinem Wiederschein des Lichtes eine Aehnlichkeit mit dem Schein des Mondes (Selen) zu finden glaubte. Wegen der Spaltbarkeit des Gypsspathes in dünne Blättchen hat man ihn auch früher zu Fensterscheiben benutzt, während er jetzt zu kleinen Luxusartikeln oft eine Verwendung findet.

Die größte Masse der Gypslager wird von dem körnigen Gyps gebildet, welcher in seinem reinsten und feinkörnigen Zustand Alabaster genannt wird. Dieser Alabaster läßt sich leichter behauen und schneiden, als der Marmor, und wird häufig zu Säulen, Statuen, Tischplatten und ähnlichen Kunstwerken verarbeitet. Seltener ist der sogenannte Fasergyps von faserigem Gefüge; dieser wird zu kleineren Kunstarbeiten benutzt. Der sogenannte Schaumgyps, von schuppiger und lockerer Beschaffenheit, wird dagegen ebenso, wie der gewöhnliche körnige Gyps, erst nach dem Brennen, wodurch er sein Krystallwasser verliert, zu Kunstarbeiten verwendet.

Eine der segensreichsten Benutzungen des Gypses besteht darin, daß er zu einer Ackerdüngung verwendet werden kann, welche eigenthümlicher Weise ausreicht, einen Boden für eine fast unberechenbare Zeit fruchtbar zu machen. Die Ursache davon liegt in einem chemischen Zersetzungsprozeß, welchen der Gyps durch das Ammoniakgas des Regenwassers erleidet. Indem sich bei dieser Gelegenheit das schwefelsaure Ammoniak bildet, wird dieses an einem Verflüchtigen verhindert, und die Wurzelfasern können nun fortdauernd so viel Ammoniak aufnehmen, als zur Ernährung der

Pflanzen und ihrer wichtigen stickstoffhaltigen Bestandtheile erforderlich ist; bei dieser Gelegenheit wird durch den vegetabilischen Lebensprozeß die Schwefelsäure meist abgeschieden, so daß sie sich wieder mit dem Kalk zu Gyps verbindet. In der Regel hatte aber auch der Kalk auf eine weitere Zersetzung der meist aus verwesenden organischen Stoffen bestehenden Dammerde eingewirkt und sich mit ihrer Kohlensäure verbunden, welche nun, durch die zurückkehrende Schwefelsäure verdrängt, wieder frei wird und somit zu einer zweiten wesentlichen Nahrung für die Pflanze gereicht. Es versteht sich also von selbst, daß eine gehörige Gypsdüngung erst nach vielen Jahren schwinden kann, namentlich wenn der Boden nicht zu oft mit Hülsengewächsen, welche viel Kalk enthalten, bepflanzt wird. Wie aber der Gyps auf dem Ackerboden als Ammoniakbinder wirkt, so kann man ihn als solchen auch zweckmäßig, mit Kohle vermischt, als sogenanntes Desinfectionsmittel gegen die ammoniakalischen üblen Ausdünstungen von Kloaken u. s. w. in Anwendung bringen.

Bleiben uns endlich noch einige Kalksalze zu einer beiläufigen Erwähnung übrig, so sind es der phosphorsaure Kalk in den Knochen, der künstlich dargestellte chlorigsaure Kalk, auch Chlorkalk genannt, welcher nicht allein als ein vortreffliches Bleichmittel, sondern auch als ein ebenso brauchbares Zerstörungsmittel gegen flüchtige Fäulnißstoffe dient, ferner das Chlorcalcium (salzsaurer Kalk), dessen wasseranziehende Eigenschaft zur Entwässerung namentlich des Weingeistes in Anwendung kommt, dann das natürlich vorkommende Fluorcalcium oder der Flußspath, mit dessen Flußspathsäure die meisten Glasätzungen vorgenommen werden, und endlich die salzartigen Verbindungen des Schwefels mit dem Kalkmetall, von denen wir eine dieser Verbindungen als ein so vortreffliches Enthaarungsmittel kennen gelernt haben.

Nachdem wir so den natürlichen wie auch den künstlichen Kalksalzen eine angemessene Aufmerksamkeit geschenkt haben, wird es für uns von keinem geringen Interesse sein, die Veränderungen und Eigenthümlichkeiten näher zu betrachten, welche der kohlensaure

Kalk und der schwefelsaure Kalk (Gyps) nach dem Brennen erleidet.

Aus allem, was wir über den gebrannten kohlensauren Kalk bereits wissen, ersehen wir, daß er durch den Verlust von Kohlensäure und seines chemisch gebundenen Wassers in denjenigen Zustand kommt, wo er mit Recht den Namen Aetzkalk führt, während die Benennung ungelöschter Kalk höchstens daran erinnert, daß er beim Uebergießen mit Wasser sich erhitzt. Von einem eigentlichen Löschen kann bei ihm nicht die Rede sein, da der Aetzkalk nicht eine ursprüngliche Hitze besitzt, welche das Wasser, wie etwa die Hitze eines glühenden Steines, zu vertreiben hätte, sondern die Erhitzung des Aetzkalks in seiner Berührung mit Wasser findet nur deshalb statt, weil ein Antheil Wasser (1 Atom oder 9 Gewichtstheile) sich mit einem Antheil Aetzkalk (1 Atom oder 28 Gewichtstheile) chemisch zu Kalkhydrat verbindet, wobei die gebundene Wärme aus diesem Wasser frei wird und die ganze Masse erhitzt. So lange daher der Aetzkalk sich noch nicht mit Wasser verbunden hat, wird er auch ätzend, d. h. zerstörend auf diejenigen Substanzen wirken, welche die Elemente des Wassers enthalten, und so dient er auch in vielen gewerblichen Künsten dort, wo es darauf ankommt, daß diese oder jene organischen Stoffe zerstört werden. Sobald er aber durch eine Vereinigung mit Wasser zu einer gewissen Befriedigung seiner Verbindungslust gekommen ist, beschränkt sich sein Verlangen nur noch darauf, sich mit einer Säure zu verbinden, worin ihm, namentlich bei Abwesenheit einer anderen stärkeren Säure, die Kohlensäure der Atmosphäre entgegenkommt. Deshalb wird denn auch der gelöschte Kalk oder besser das Kalkhydrat an der Luft so leicht zu kohlensaurem Kalk; deshalb trübt sich auch ferner seine klare Auflösung in Wasser, das Kalkwasser, nicht allein, wenn es behaucht wird, sondern auch in freier Berührung mit der atmosphärischen Luft steht, indem sich hierbei der entstehende kohlensaure Kalk als ein in Wasser fast unlösliches Salz ausscheidet.

Die Darstellung des Aetzkalks wird im Großen meist aus dem gewöhnlichen Kalkstein vorgenommen, und zwar in stark ziehenden Windöfen (Kalköfen). Die durch die Hitze aus dem Kalkstein entbundene Kohlensäure wird gleich bei ihrem Auftreten durch die

Luft von der Oberfläche des Kalks entfernt; denn, wenn dieses nicht geschähe, würde sie durch ihren Druck die Entwickelung der noch gebundenen Kohlensäure hindern. Noch leichter erfolgt aber die Entbindung der Kohlensäure, wenn Wasserdämpfe über den bis zum Glühen erhitzten Kalk streichen. War das Feuer nicht stark genug, so verliert der kohlensaure Kalk etwa nur die Hälfte seiner Kohlensäure und ist dann zu vielen Zwecken weniger tauglich. Viel Kohlensäure bleibt auch in dem Kalk zurück, wenn man den Kalkstein zwischen Kohlen nur der Rothglühhitze aussetzt, insofern dann der gebrannte Kalk oft wieder die Kohlensäure aus den verbrennenden Kohlen aufnimmt.

Der aus Kalkstein gewonnene Aetzkalk enthält mehr oder weniger Kieselerde und Eisenoxyd. Ein Aetzkalk, welcher viel von diesen fremdartigen Stoffen enthält oder auch zu stark gebrannt worden ist, verliert an Aetzkraft und an Löslichkeit in Wasser und wird todtgebrannter Kalk genannt. Einen ungleich reineren Aetzkalk erhält man durch das Brennen von Marmor oder auch von Austerschalen. Dieser löst sich in etwa 600 Theilen kaltem und 1200 Theilen kochendem Wasser auf, besitzt also hierin eine von anderen löslichen Körpern vollständig abweichende Eigenschaft.

So viel über die Kalkbrennerei, welche den Zweck hat, das Wasser und die Kohlensäure aus dem Kalkstein, dem Marmor u. s. w. zu entfernen. Anders verhält es sich beim Brennen des Gypses. Hier kann durch die Hitze nur das Krystallwasser, nicht aber die Schwefelsäure ausgetrieben werden. Daher unterscheidet sich auch der gebrannte Gyps von dem ungebrannten nur dadurch, daß ersterer wasserfrei ist und so bei seiner großen Begierde, wieder eine gewisse Menge Wasser zur Krystallisation aufzunehmen, dieses auch sofort in der Vermischung mit Wasser thut, wobei er natürlich die den Gypskrystallen zukommende Härte zugleich erlangen muß, wenngleich die Krystallbildung selbst hierbei nicht bemerkbar wird.

Zum Gypsbrennen, das man in ähnlicher Weise, wie das Kalkbrennen, ausführt, darf der Gyps kaum bis zum Glühen erhitzt werden, um ihn seines Krystallwassers zu berauben. Bleibt der Gyps zu lange im Feuer, so verliert er die Eigenschaft, mit dem Wasser zu erhärten; er wird in diesem Zustande auch als todt-

gebrannter Gyps bezeichnet. Wird aber hierbei die Temperatur noch bedeutend erhöht, so schmilzt er zu einer emailartigen Glasmasse zusammen.

Da der Gyps mehr oder weniger auch kohlensauren Kalk enthält, wodurch er nicht seinen höchsten Grad von Härte erlangt, so rührt man den gebrannten Gyps sehr zweckmäßig auch mit einem Wasser an, welches mit Schwefelsäure bis zur Stärke eines scharfen Essigs angesäuert ist. Ebenso kann man auch die schon fertigen Gypsarbeiten mit einem solchen Wasser anfeuchten. Umständlicher ist schon zur Härtung des Gypses die Anwendung von einer Alaunlösung (1 Th. Alaun auf etwa 12 Th. Wasser), in welcher die Gypsbüsten u. s. w. mehrere Wochen lang liegen müssen, um eine möglichst bedeutende Härte zu erlangen.

Das Härten des Gypses durch Alaunwasser ist eine französische Erfindung. Die Oberfläche solcher gehärteten Gypsarbeiten erscheint sehr hart und glänzend, wie polirter Marmor. Unter mehreren anderen Versuchen, welche man zur Prüfung ihrer Härte angestellt hatte, schoß man auch eine Gewehrkugel gegen einen Gypsblock, und dieselbe prallte ab, ohne einen großen Eindruck zu hinterlassen. Das französische Verfahren der Gypshärtung besteht darin, daß man möglichst reine Gypsstücke mit Vermeidung einer zu hohen Temperatur brennt, hierauf den Gyps mahlt und dann mit so viel gesättigtem Alaunwasser versetzt, als er aufnehmen will. Man läßt ihn nun erhärten und trocknen. Der Gyps wird jetzt zum zweiten Mal gebrannt und erhält hierbei eine größere Hitze, die etwa bis zum dunklen Rothglühen gesteigert werden muß. So gebrannt wird er nun pulverisirt und in verschlossenen Gefäßen zum Gebrauch aufbewahrt.

Man kann den Gyps sehr leicht und schön färben, und dieses hat die Gypskünstler veranlaßt, ihn allen farbigen Arten des Marmors nachzubilden; die meisten marmorähnlichen Stukaturarbeiten, Verzierungen an den Zimmerdecken, Häusern u. s. w. sind aus Gyps geformt. Der Gypsmalerei schließt sich die Kalk-, auch Frescomalerei an. Diese wird auf die Weise ausgeführt, daß man auf die noch nasse glatte Kalkbekleidung einer Wand mit erdigen Wasserfarben malt, d. h. mit solchen, die mit Wasser angerieben und zur Erhellung oder Verdunkelung mit mehr oder weniger Kalk

vermischt sind. Die Malerei ist nur für die Entfernung, da bei dem schnellen Eintrocknen des Grundes weder eine Uebermalung, noch eine genauere Ausführung möglich ist.

Im Anfange des letztverflossenen Jahrhunderts, erzählt Berzelius in seinem Lehrbuch der Chemie, verkaufte man in Rom ein weißes Pulver unter dem Namen Magnesia alba, das alle Krankheiten heilen sollte. Zehn Jahre nachher fand man, daß sich dieses Pulver, welches man für Kalkerde hielt, aus dem englischen Salze (schwefelsaure Magnesia) darstellen ließ, und 1755 bewies Black, daß es eine eigene Erdart sei. Sie wird bald Magnesia, bald Bittererde, bald Talkerde genannt; Talkerde heißt sie, weil sie einen Bestandtheil des Talkes ausmacht, Bittererde jedoch, weil ihre Salze einen bitteren Geschmack besitzen. Sie kommt weniger häufig, als die Kalkerde, aber doch in allen drei Naturreichen vor.

Obgleich wir die bekannte Magnesia aus jeder Apotheke und Droguerie erhalten, so kann es uns doch in unserem chemischen Wissen, wie auch in der chemischen Experimentirkunst sehr fördern, wenn wir es versuchen, dieses erdige Alkali selbst darzustellen; wie hier, so werden wir auch in ähnlichen Fällen verfahren können, und so mag uns das eine Beispiel für die Gewinnung aller derartigen Präparate genügen.

Sowohl die kohlensaure wie die reine Talkerde (Magnesia, Bittererde) erhält man meist aus der schwefelsauren Talkerde, welche den überwiegenden Salzbestandtheil vieler Mineralquellen, namentlich in England und Deutschland, bildet und bekanntlich als ein gelindes Abführungssalz in der Medizin in Anwendung kommt. Zu unserem Versuch im Kleinen löst man 1 Th. von dieser schwefelsauren Talkerde (englischem Salz) in 6 Th. kochendem Wasser auf und vermischt die filtrirte noch heiße Lösung mit einer ebenfalls kochend heißen Auflösung von 1 Th. kohlensaurem Kali in 4 Th. reinem Wasser. Es entsteht ein sehr voluminöser Niederschlag, welcher, weil er nicht löslich ist, mit Wasser ausgewaschen und darauf getrocknet wird. Dieser Niederschlag ist nun die bekannte leichte kohlensaure Magnesia, welche gegen das Sodbrennen

in Folge von viel Magensäure so häufig empfohlen wird; in der Lösung bleibt dagegen schwefelsaures Kali zurück. Es hat also hier nach der doppelten Wahlverwandtschaft ein Austausch der Säuren oder der Basen stattgefunden, indem sich nämlich die starke Säure, die Schwefelsäure aus dem englischen Salz, mit der stärkeren Base, dem Kali, vereinigte, wo nun für die schwächere Säure, die Kohlensäure, und die schwächere Base, die Talkerde, nichts weiter übrig blieb, als sich ihrerseits auch zu vereinigen.

Daß die Talkerde in der Verbindung mit Kohlensäure in Wasser fast unlöslich ist, während die schwefelsaure Talkerde eine leichte Löslichkeit besitzt, liegt in der Eigenthümlichkeit dieser Verbindung, wofür man die Ursache ebenso wenig, wie überhaupt für die Naturveränderungen kennt, welche die Körper durch diese oder jene Verbindungen erleiden. So viel kann man nur als eine allgemeine Regel annehmen, daß diejenigen Säuren und Basen unter einander die größere Anziehung zeigen, welche eine feste, wenig oder völlig unlösliche Verbindungen geben. So wird der Kalk eines aufgelösten Kalksalzes überall durch Sauerkleesäure (Oxalsäure) ausgeschieden, weil der sauerkleesaure Kalk ein unlösliches Salz bildet; ebenso zersetzt sich jedes Barytsalz durch Schwefelsäure, um den unlöslichen Schwerspath zu bilden. Andererseits wird aber die Kohlensäure aus der kohlensauren Talkerde, wie aus allen kohlensauren Salzen fast durch jede freie Säure ausgetrieben, und zwar nur, weil sie als ein flüchtiger Körper schon an sich für ein gebundenes Verhältniß keine Neigung besitzt, wiewohl sie in Ermangelung einer anderen Säure sich darin fügen muß, von den Alkalien und den alkalischen Erden, also auch von der entkohlensauerten Talkerde, angezogen zu werden.

Wie aber entkohlensäuren wir die kohlensaure Talkerde? Dies geschieht, wie wir es später noch beim Brennen des Kalkes sehen werden, durch eine bis zum Weißglühen gesteigerte Erhitzung der kohlensauren Talkerde, und zwar bei kleinen Versuchen in einem Tiegel. Auch diese gebrannte Talkerde oder Magnesia wird in der Medizin gebraucht; sie ist weniger ätzend, als die gebrannte Kalkerde, weil sie weniger begierig als diese und ohne Erhitzung Wasser aufnimmt; ebenso verbindet sie sich nur langsam mit der Kohlensäure, wenn sie mit ihr in Berührung kommt. Wenn man

sie mit Wasser zu einer Kugel formt und darauf stark und lange erhitzt, so leuchtet sie im Dunkeln, sobald sie an eine warme Eisenplatte gestrichen wird. Sie läßt sich ebenso wenig, wie die Thonerde, zum Schmelzen bringen und vermindert auch durch ihre Gegenwart die Schmelzbarkeit anderer Mineralien. Mit der Thonerde geht die Talkerde eine innige Mischung ein, ohne daß diese Verbindung schmelzbar ist; die Natur liefert diese Verbindung in einer sehr geschätzten Gattung von Edelsteinen, den Spinellen, welche sich durch ihre Härte, ihren Glanz und ihre Durchsichtigkeit auszeichnen. Die Thonerde spielt in dieser Verbindung, wie in manchen ähnlichen, der Talkerde gegenüber die Rolle einer Säure.

Mit der Schwefelsäure giebt die Talkerde, wie wir gesehen haben, ein leicht lösliches Salz, während die anderen alkalischen Erden, wie Kalk-, Strontian-, Schwerspatherde u. s. w., mit der Schwefelsäure schwer lösliche, ja fast ganz unlösliche Salze bilden, außerdem besitzt die schwefelsaure Talkerde, gleich allen anderen Talkerdesalzen (Bittererdesalzen), einen bitteren Geschmack, wogegen die eigentlichen Erden, die Thon- und Zirkonerde, mit Säuren zusammenziehende, die Yttererde und Baryterde aber süße Salze geben.

Die Strontianerde und die Baryterde (Schwerspatherde) stehen den eigentlichen Alkalien näher, als die Kalk- und Talkerde; sie sind gleich diesen meist mit Schwefel- und Kohlensäure verbunden, kommen jedoch in der Natur selten vor.

Die Strontianerde ist nicht giftig, wie die Baryterde. Sie kann durch Glühen aus der kohlensauren Strontianerde, dem Strontianit, erhalten werden, ist in vielem Wasser löslich, leichter jedoch in kochendem, wodurch sie sich von der Kalkerde unterscheidet, und fällt aus dieser Auflösung in Verbindung mit Wasser krystallinisch nieder. Die Strontianerde ist auch vor der Flamme des Löthrohrs nicht schmelzbar, giebt aber dabei ein so blendendes Licht von sich, daß das Auge es kaum zu ertragen vermag. Hierin übertrifft sie den Kalk (vergl. Drummond's Licht, II, S. 141); dagegen stimmt sie mit dem Kalk mehr darin überein, daß sie im wasserfreien Zustande sich erhitzt, wenn sie mit

Wasser übergossen wird, wobei sie jedoch zu einer krystallinischen Masse erhärtet.

Eine Eigenthümlichkeit der Strontiansalze besteht darin, die Flammen brennender Körper schön purpurroth zu färben, wenn man z. B. den Docht eines brennenden Lichtes mit etwas salzsaurer Strontianerde bestreicht, oder Alkohol über Baumwolle verbrennen läßt, die mit diesem Salz bestreut ist. Diese Erscheinung dient leicht dazu, um Strontianerde von der Baryterde zu unterscheiden.

Was endlich die Baryt- oder Schwerspatherde betrifft, welche in der Verbindung mit Schwefelsäure als Schwerspath nicht selten, dagegen seltener als kohlensaure Baryterde (Witherit) in der Natur sich vorfindet, so stimmt sie durch ihren scharfen, ätzenden Laugengeschmack und ihr starkes basisches Verhalten gegen Säuren am meisten mit den reinen Alkalien (Natron, Kali und Ammoniak) überein; dagegen unterscheidet sie sich von diesen ganz besonders durch ihre Schwere, ferner durch ihre Schwerlöslichkeit im Wasser und durch ihre Giftigkeit, welche letztere Eigenschaft auch ihre Salze theilen. Gegen die Thonerde und die Kieselsäure verhält sich die Baryterde stets wie Kali und Natron. Barytwasser löst die Thonerde auf; mit der Kieselsäure, also mit Sand, Quarz-, Feuersteinpulver u. s. w. verbindet sie sich nur durch Schmelzen und giebt dann ein grünliches Glas. Die Baryterde besitzt vor allen anderen Basen die größte Anziehung zur Schwefelsäure, weshalb man auch das leicht lösliche salzsaure Baryt (Chlorbarium), wie wir es schon bei der Prüfung des Wassers auf Gyps gesehen haben, überall als das beste Erkennungsmittel (Reagenz) auf Schwefelsäure in Anwendung bringen kann; es bildet bei Anwesenheit von Schwefelsäure in jeder Flüssigkeit sofort einen Niederschlag von unlöslichem schwefelsauren Baryt.

Wie die Alaunerde, so besitzen auch die anderen Erden und die alkalischen Erden, welche letztere wir in diesem Kapitel zum Gegenstande unserer Besprechung gemacht haben, eine metallische Grundlage. Diese Metalle werden wir nach ihrer Wichtigkeit näher kennen lernen, wenn wir uns überhaupt über die Metalle, deren Vorkommen in der Natur und deren Verarbeitung zu unterhalten haben.

45.

Die Alkalien und ihre Salze.

Obgleich man seit Jahrtausenden mit den Alkalien, wie z. B. mit dem Kali und dem Natron, chemisch experimentirte und unter anderem zur Glas- und Seifenfabrikation in Anwendung brachte, so hat man sie doch, wie die anderen ihnen ähnlichen Mineralien, erst in diesem Jahrhundert genauer erkannt. Nicht wenig hat zur richtigsten Würdigung ihrer Eigenschaften die Entdeckung beigetragen, daß sie keine einfachen, sondern zusammengesetzte Körper, und zwar Metalloxyde, sind.

Die Alkalien zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie vor allen anderen Basen die größte Anziehung zu Säuren besitzen, weshalb sie auch fast alle Metallsalze, sobald diese im aufgelösten Zustande mit ihnen in Berührung kommen, zu zersetzen im Stande sind. Sie sind alle in Wasser und zum Theil auch in Alkohol auflöslich und lassen sich am einfachsten durch ihren bekannten laugenhaften Geschmack erkennen; ferner sind sie von einer ätzenden Wirkung und lösen als eine scharfe Lauge, d. h. in einer konzentrirten Auflösung, die Haut und mehrere thierische Substanzen auf. Ihr eigentlicher Unterschied von den alkalischen Erden besteht darin, daß sie nicht nur leichter in Wasser sich auflösen, sondern daß diese Löslichkeit auch ihre kohlensauren Salze besitzen, während die alkalischen Erden, wie wir es z. B. bei der Kreide sehen, in Wasser unlöslich sind. Noch weniger könnten sie mit den eigentlichen Erden verwechselt werden, welche, wie die Thonerde, nicht nur mit Ausnahme mehrerer ihrer Salze, in Wasser fast ganz unlöslich sind, sondern auch in der größten Hitze unserer Oefen für sich unschmelzbar bleiben.

Wir kennen bis jetzt nur vier reine Alkalien, und zwar Kali, Natron, Lithion und Ammoniak; das letztere ist, wie wir bereits wissen, nicht nur flüchtig, sondern besitzt auch eine metallische Grundlage, das Ammonium, welches eine Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff ist. Als die stärkste Base zeichnet

sich das Kali aus, in welcher Eigenschaft dieses Alkali jedoch auch in Bezug auf diese oder jene Säure von einer anderen Base übertroffen werden kann, namentlich wenn, wie wir es schon bei unserer Unterhaltung über die Talkerde näher besprochen haben, das sich bildende Salz ein unlösliches ist.

Das Ammoniak und seine Entstehung (vergl. I, S. 442) ist uns genugsam bekannt. Das Lithion hat man erst im Jahre 1817 entdeckt, und zwar in einigen seltenen Steinen; zu einer Anwendung ist dieses Alkali bis jetzt noch nicht gekommen. So bleiben uns denn endlich nur das Natron (Soda) und das Kali (Potasche) nebst ihren wichtigsten Salzen zu einer näheren Betrachtung übrig, und wir werden nun um so leichter auf dieselbe eingehen, da wir diese Alkalien schon bei verschiedenen Gelegenheiten kennen und schätzen gelernt haben.

Das Natron wird, wie das Kali und die meisten alkalischen und eigentlichen Erden, nur in Verbindung mit Säuren angetroffen, und zwar in allen drei Naturreichen. Es erscheint in der Verbindung mit Kohlensäure und Schwefelsäure, am meisten aber mit Salzsäure als Kochsalz, und ist wegen seines häufigen Vorkommens im Mineralreiche früher auch mineralisches Alkali genannt worden. Indessen hatte man es schon seit langer Zeit als kohlensaures Natron, oder vielmehr Soda, aus verschiedenen Pflanzen gewonnen, welche an den Meeresküsten wachsen und nach ihrer Verbrennung dieses Salz reichlich als Asche zurücklassen. Auch noch jetzt wird die Soda aus solchen Seepflanzen gewonnen und besonders an der französischen, spanischen und afrikanischen Küste des mittelländischen Meeres. Die beim Verbrennen zusammenbackende Sodaasche enthält übrigens außer kohlensaurem Natron noch einige Antheile salzsaures und schwefelsaures Natron (d. h. Kochsalz und Glaubersalz) und kohlensaures und schwefelsaures Kali, blausaures Eisen (Berlinerblau), Schwefelnatrium, nebst einigen erdigen Gemischen. Der sogenannte Kelp oder Varec, eine meist in Holland und Frankreich gewonnene Soda, enthält weniger kohlensaures Natron, dagegen jodsaures Natron, weshalb es auch zur Gewinnung des Jods dient. Eine gute Soda kommt aus Ungarn, die sich daselbst auf dem Boden eini-

ger durch die Sonnenhitze ausgetrockneter Landseen in beträchtlicher Menge findet.

Die meiste Soda wird jetzt aus dem Glaubersalz künstlich bereitet. Es werden hierzu nämlich 9 Theile wasserfreies Glaubersalz (schwefelsaures Natron) mit 9 Theilen Kreide, oder statt derselben mit 7 Theilen gebranntem Kalk und 5 Theilen Kohlenpulver gemengt, das Gemenge in einem dazu eigens eingerichteten Ofen (Reverberir- oder Windofen) bei nach und nach verstärkter Hitze geglüht, bis die Masse teigartig erscheint; hierauf bringt man die Masse auf einen steinernen Boden und zerschlägt sie in kleine Stücke. In der Glühhitze wird das Glaubersalz durch die Kohle, welche sich sowohl mit dem Sauerstoff der Schwefelsäure, als auch mit dem Sauerstoff des Natrons verbindet, in Schwefelnatrium verwandelt, woraus durch die doppelte Wahlverwandtschaft aus dem Schwefelnatrium und aus dem kohlensauren Kalk nun Schwefelkalcium und kohlensaures Natron entstehen. Diese künstliche Darstellung in den großen chemischen Fabriken bereitet dadurch wenig Kosten, weil hier das schwefelsaure Natron (Glaubersalz) als ein Nebenprodukt bei der Darstellung der Salzsäure aus Kochsalz und Schwefelsäure gewonnen wird.

Im Kleinen läßt sich kohlensaures Natron, und zwar in ziemlich reinem Zustande, darstellen, wenn man etwa 16 Theile Glaubersalz und 7 Theile kohlensaures Kali in einer möglichst geringen Menge siedend heißem Wasser auflöst und die Auflösung in die Kälte stellt. Beide Salze zersetzen sich durch die doppelte Wahlverwandtschaft in kohlensaures Natron und in schwefelsaures Kali, welches letztere, als schwerer löslich, aus der Lauge herauskryställisirt, worauf dann mit Entfernung dieses schwefelsauren Kali's die Lauge so weit verdampft wird, bis nun das kohlensaure Natron herauskryställisirt. Gewöhnlich wird aber das reine kohlensaure Natron durch ein Auslaugen, Umkryställisiren u. s. w. aus der käuflichen Soda dargestellt.

Will man das Aetznatron erhalten, so muß das kohlensaure Natron in etwa 10 Theilen Wasser aufgelöst, die Auflösung erhitzt und nun auf 100 Theile des Salzes 33 Theile Aetzkalk allmälig zugemischt werden, wobei sich die Kohlensäure mit dem Kalk verbindet und mit diesem als unlöslichen kohlensauren Kalk aus-

scheidet. Nach einem einstündigen Kochen wird das Gemenge durch eine reine Leinwand geseiht und die klare Natronlösung in einem reinen gußeisernen Kessel bis zur Trockenheit abgedampft, worauf man dann das so erhaltene Aetznatron in gut schließenden Flaschen vor der Feuchtigkeit und der Kohlensäure der Luft aufzubewahren hat.

Das Aetznatron stimmt mit dem Aetzkali fast in allen Eigenschaften überein, nur daß es eine weniger scharfe Lauge giebt; wir werden es daher am einfachsten bei der Besprechung des Aetzkali's unterscheiden. Dagegen besitzen die Natronsalze Eigenschaften, die von denen der Kalisalze mehr oder weniger abweichen, wie denn auch der Umstand, daß das Natron mehr im thierischen, das Kali dagegen mehr im vegetabilischen Lebensprozeß eine Rolle spielt, auf einen wesentlichen Unterschied ihrer inneren Natur hindeutet. Gehen wir daher ohne Weiteres zu einer Unterhaltung über die wichtigsten Natronsalze über.

Damit der Lebensprozeß das erforderliche Knochengerüste schaffe, müssen die Pflanzen, namentlich die Getreidearten, nach der Bestimmung der vorsorglichen Natur, dem Boden den phosphorsauren Kalk entziehen und ihn derartig mit den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen vereinigen, daß diese keiner weiteren Zuthat von phosphorsaurem Kalk bedürfen, um mit dem Blut nicht nur das Muskelfleisch und das Zellengewebe, sondern auch die feste Knochenmasse zu bilden. Anders verhält es sich mit dem Chlornatrium oder dem Kochsalz. Wenngleich dieses Salz auch in den vegetabilischen und thierischen Nahrungsmitteln nicht fehlt, so reicht ihre Menge doch keineswegs aus, um dem Verdauungsprozeß zu genügen, und so ist, wie wir wissen, nicht allein der Mensch, sondern auch das ganze Geschlecht der Säugethiere mehr oder weniger darauf angewiesen, nach einem besonderen Genuß des Chlornatriums zu suchen.

Aus diesem Grunde hätten wir das Kochsalz schon bei den Nahrungsmitteln näher betrachtet, wenn es nicht zugleich auch eine mehrfache technische Anwendung fände und außerdem die Betrachtung seines Vorkommens in der Natur und seine Gewinnung mehr

zu einer Chemie der Gewerbe gehörte, in der wir ja auch noch viele andere Salze zu einem Gegenstande unserer Unterhaltung zu machen haben.

Es giebt in allen Ländern der Welt Kochsalz, es mag sich in festen Massen im Innern der Erde oder aufgelöst in den fließenden und stehenden Gewässern befinden; besonders enthalten aber unter den Gewässern die Meere Kochsalz in der bedeutendsten Menge aufgelöst, und diese Menge vermag im Laufe von Jahrtausenden nur zuzunehmen, da bekanntlich die Ströme fortdauernd Salz aus der Erde dem Meeresbecken zuführen.

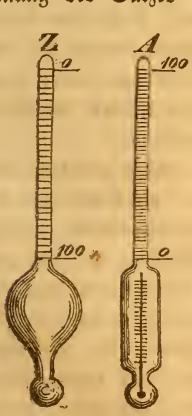
Das rohe Kochsalz wird entweder bergmännisch als sogenanntes Steinsalz oder durch Verdunstung des Meerwassers und der Salzsoolen (Salzquellen) gewonnen. Als Steinsalz findet es sich in einer dichten festen krystallinischen Gestalt in weiten Lagern. Diese trifft man meist in der Nähe von Kalk- und von Gypslagern an, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sie sich hier in der Urzeit durch Verdunstuug eines Meerwassers gebildet haben. Eines der bedeutendsten Salzbergwerke findet man zu Wieliczka in der Nähe von Krakau. Besonders überraschen hier das Auge des Besuchers die Kunstwerke, welche der Kunstsinn aus dem Steinsalz zu schaffen wußte. So findet sich hier unter anderem eine Kapelle aus Steinsalz und dann ein großer Salzsaal, wozu sich mit der Zeit unter der schaffenden Hand der Bergleute eines der Gewölbe gestaltet hat, die durch das Aushauen der Salzblöcke entstehen; in diesem unter einer Kerzenbeleuchtung feenhaft strahlenden unterirdischen Saal sind alle Gegenstände, wie Kronleuchter, Tische, Stühle u. s. w. aus Steinsalz angefertigt worden. Der jährliche Gewinn an Steinsalz kann in diesem Bergwerk auf eine Million Centner angenommen werden.

Das rohe Salz aus dem Meerwasser wird dadurch gewonnen, daß man das Wasser über große Erdstrecken leitet, die man Salzteiche nennt, und es hier durch die Sonnenhitze verdunsten läßt. In dieser Weise bilden sich auch theils durch die Ebbe und Fluth von selbst Salzteiche in den Steppen am kaspischen Meere, weshalb auch dort der Boden sehr salzhaltig ist. Ferner wird das rohe Salz auch durch Auslaugen des Meersandes gewonnen. Dieses Meersalz ist bekanntlich noch mit verschiedenen anderen zer-

fließenden Salzen verunreinigt, von welchen Beimengungen es durch Aussetzen in Haufen befreit wird, indem die zerfließenden Salze, wie Chlormagnesium, Chlorkalium u. s. w., Feuchtigkeit aus der Luft anziehen und nun durch angebrachte Rinnen abfließen können. Das Meersalz verliert, wenn es mehrere Monate an der Luft ausgesetzt bleibt, seine Schärfe und Bitterkeit; diese Bitterkeit rührt aber, wie wir schon wissen, von den Magnesiasalzen her.

In Deutschland wird das meiste Kochsalz aus den Salzsoolen gewonnen, welche jedoch außer Chlornatrium auch noch andere Salze enthalten. Daher muß dieses Salz auf den Salzwerken oder Salinen noch besonders gereinigt werden, wie wir es weiter unten sehen werden. Obgleich Deutschland reichlich mit Salzquellen versehen ist, so betrachtet man bei uns doch immer die Entdeckung einer neuen Quelle als einen segensreichen Fund.

Vermuthet man, daß irgendwo eine Salzquelle sich befinde, so bohrt man entweder mit einem sogenannten Erdbohrer tief in die Erde hinein, oder man gräbt einen Schacht so tief, bis man auf Wasser trifft. Findet man, daß das Wasser salzig ist, so ist es erforderlich, daß man erst die Reichhaltigkeit dieser Soole prüfe, bevor man sich an die Kosten eines Salwerkes wagt; je stärker der Salzgehalt, desto sicherer sind die Vortheile, welche die Gewinnung des Salzes verspricht. Man bedient sich zur Prüfung des Salzgehaltes der Salz- oder Soolwage, auch Salzspindel genannt, welche nach Art einer Zuckerwage (vgl. Z. der Zeichnung) so eingerichtet ist, daß es in destillirtem oder in Regenwasser am tiefsten, in Salzwasser weniger tief und im stärksten Salzwasser am wenigsten tief einsinkt. Die Eintheilung am Halse der Salzwage bezieht sich meist auf Lothe von Salz, die in 100 Loth Soolmenge enthalten sind. Deswegen braucht man auch bei der Bestimmung der Stärke des Salzwassers den Ausdruck „Löthigkeit". Die gesättigte Auflösung des trockenen Salzes in Wasser ist 26löthig; hier ent-



Figur 50.

halten also 100 Loth der Flüssigkeit 26 Loth Salz, also so viel, als das Wasser überhaupt aufgelöst zu erhalten vermag.

Wenn eine Salzquelle zur Anlegung eines Salzwerkes benutzt werden soll, so wird sie zuerst mit einem Mauerwerk so eingeschlossen, daß sie vor dem Eindringen von fremdem Wasser und vor dem Verschütten gesichert ist. Die Soole wird, wenn sie nicht sehr reichhaltig an Salz ist, durch Gefrieren oder durch Verdunstung an der Atmosphäre zur gehörigen Konzentration gebracht, was man das Gradiren nennt. Das Gradiren geschieht auf den sogenannten Gradirhäusern, welche hohe aus Reisern geflochtene Wände enthalten, auf welche die durch Pumpen hinaufgezogene Soole fällt, wodurch sich viel Wasser in der Luft zerstreut und die stärkere Soole in einen Behälter herabträufelt, die nun durch weniger Feuer gesotten werden kann. Da der Gyps und die kohlensaure Kalkerde der Soole sehr schwer löslich sind, so scheiden sie sich größtentheils aus und überziehen die Reiser mit einer Kruste. Erscheint nun die Soole in den unteren Behältern gehörig gesättigt, so wird sie in großen Pfannen verdampft. Sobald sich die Salzhaut zeigt, ist das Feuer zu vermindern, wo nun das Salz anfängt, sich in kleinen Krystallen auszuscheiden. Diese werden in bestimmten Zwischenräumen mit hölzernen Schaufeln herausgenommen und in geheizte Kammern zum Trocknen gebracht. Zuletzt bleibt in den Pfannen die Mutterlauge zurück, d. h. eine Auflösung meist von Chlorkalium und Chlormagnesium, welche sich nicht so leicht krystallinisch ausscheiden; wenn etwas von dieser Lauge an dem Kochsalz haften bleibt, so erhält dieses dadurch die Eigenschaft, mehr oder weniger Feuchtigkeit auzuziehen.

Bei der Gewinnung eines Steinsalzes, welches ebenfalls viele fremdartige Beimischungen enthält, muß durch ein Auslaugen dieses Salz ebenfalls erst in eine Soole verwandelt werden, woraus man denn in der beschriebenen Weise das Kochsalz gewinnt. Es versteht sich indessen von selbst, daß je nach der Reinheit oder vielmehr Unreinheit des natürlich vorkommenden Salzes auch die Gewinnung und die Reinigungsweise eine verschiedene ist. Im Ganzen enthält das im Handel erscheinende Salz noch etwas Chlormagnesium (salzsaure Bittererde), Chlorkalcium und Gyps, zuweilen auch etwas Glaubersalz. Will man aber das Kochsalz von

diesen Beimischungen gereinigt erhalten, so verfährt man dabei folgendermaßen.

Man löst das Kochsalz in 3 Theilen kochendem Wasser auf und gießt nun so lange eine Auflösung von kohlensaurem Natron hinzu, als noch ein Niederschlag erfolgt, filtrirt die Auflösung und dampft es hierauf zum Krystallisiren ab. Die Kohlensäure des kohlensauren Natrons verbindet sich mit dem Kalk und der Magnesia zu der unlöslichen kohlensauren Kalk- und Bittererde, welche sich daher ausscheiden müssen, während die Salzsäure, mit welcher diese erdigen Alkalien vereinigt waren, mit dem Natron sich vereinigen und Kochsalz bilden. Bleibt aber etwas Glaubersalz (schwefelsaures Natron) in dem Kochsalz zurück, so kann diese geringe Beimischung dem so gereinigten Kochsalz durchaus nichts schaden.

Dieses gereinigte Kochsalz besitzt eine gleiche Auflöslichkeit in kaltem und in kochendem Wasser. Es erscheint in kleinen Würfeln krystallisirt, welche kein Krystallwasser, sondern nur ein mechanisch eingeschlossenes Wasser enthalten, weshalb sie auch erhitzt nicht schmelzen, wie z. B. das an Krystallwasser so reiche Glaubersalz, sondern nur verknistern, indem das mechanisch eingeschlossene Wasser durch die Erhitzung sich ausdehnt und die kleinen Salzwürfel zum Bersten bringt.

Die Anwendung des Kochsalzes bei der Seifensiederei und bei der Glasfabrikation ist uns bekannt; ebenso verdanken wir dem Kochsalz die Gewinnung der Salzsäure und des Chlors, welche Stoffe in der Technik keine geringere Anwendung finden. Die wichtigste Anwendung des Kochsalzes bleibt aber immer diejenige, welche der thierische Verdauungsprozeß von ihm macht, und um so mehr muß man erstaunen, daß die französische Regierung des vorigen Jahrhunderts das Salz der Erde ganz der Spekulation gewinnsüchtiger Pächter überließ, welche nicht nur Menschen, sondern sogar auch das Vieh daran verhinderten, an den verschiedenen Salzquellen Burgunds und anderer Provinzen ihr Verlangen nach dieser nothwendigsten Speisewürze zu befriedigen, so daß die Generalpacht nicht allein eine zahlreiche Bewachung aller salzhaltigen Quellen und Teiche unterhielt, sondern auch das Salz, welches sich an den Ufern dieser Salzwässer ausschied, mit Erde und Schmutz treten und vermischen ließ, damit es nicht einem Salzhungrigen

einfiele, sich hier zu delektiren, wobei natürlich auch Niemandem gestattet wurde, nach irgend welchen verborgenen Salzquellen oder Salzminen zu suchen.

Außer dem Kochsalz bildet das Natron noch andere wichtige Salze, wie den Borax, das Glaubersalz u. s. w. Diese Salze kommen weniger verbreitet auf der Erde vor, doch werden einige von ihnen auch durch die Kunst gewonnen. Wir wollen sie im Kurzen je nach ihrer Wichtigkeit betrachten.

Der Borax oder das boraxsaure Natron, welches ganz besonders als Schmelzmittel dient, wird in einigen Ländern Asiens, in Persien, Tibet, China, theils aus der Erde gegraben, theils auf dem Boden weniger Seen, welche in der wärmeren Jahreszeit austrocknen, gefunden. Der rohe Borax, auch Tinkal genannt, erscheint in mehr oder weniger großen Krystallen, welche noch durch ein Umkrystallisiren in Europa gereinigt werden, was früher besonders in Venedig geschah, weshalb der gereinigte Borax auch jetzt noch Venetianischer Borax heißt.

Der krystallisirte Borax enthält etwa 46 Prozent Krystallwasser und besitzt die Eigenthümlichkeit, im Dunkeln zu leuchten, wenn ganze Stücke an einander gerieben werden. Wird der Borax in einem geräumigen Tiegel der Einwirkung eines gelinden Feuers ausgesetzt, so fängt er an, in Fluß zu kommen und so, wie sein Krystallwasser nach und nach entweicht, sich allmälig in eine weiße leichte, undurchsichtige Masse, den gebrannten Borax, zu verwandeln. Wird dieser gebrannte Borax darauf aufs neue in einem Tiegel und zwar bis zum Glühen erhitzt, so schmilzt er zu einer spröden, durchscheinenden, glasartigen Masse, dem Boraxglas, welches jedoch nicht allein wieder vom Wasser leicht aufgelöst wird, sondern auch Feuchtigkeit aus der Luft anzieht. Das Boraxglas verbindet sich im Fluß sowohl mit der Kieselsäure, der Thonerde und anderen erdigen Basen, als auch mit den Metalloxyden, von denen mehrere, wie wir es schon früher gesehen haben, verschieden gefärbte Gläser bilden. Seine wichtigste Eigenschaft besteht aber darin, daß er das Schmelzen schwer schmelzbarer Metalle befördert, so daß sich auch durch ihn Silber und Gold zusammenlöthen läßt.

Was die Boraxsäure oder Borsäure betrifft, welche mit dem Natron jenes eigenthümliche Salz, den Borax, bildet, so ist sie vulkanischen Ursprungs, und namentlich findet sich in Toscana so viel davon, daß sie sogar zur Bereitung von Borax, und zwar durch eine Sättigung des Natrons mit dieser Säure, benutzt wird. Sie kann indessen auch dadurch hergestellt werden, daß man eine Auflösung von Borax mit Schwefelsäure mischt, wobei sich die Schwefelsäure mit dem Natron zu Glaubersalz verbindet und die Boraxsäure in weißen, glänzenden, schuppenartigen Krystallen ausscheidet. Sie besteht aus einem dem Kiesel ähnlichen, nichtmetallischen Element und aus Sauerstoff, und besitzt Krystallwasser, welches sie bei der Erhitzung verliert, indem sie dabei eine glasähnliche Masse bildet; außerdem ist die Boraxsäure nicht nur im Wasser, sondern auch in Alkohol und in Steinöl löslich, und sogar flüchtig, wenn ihre wässerige Auflösung erhitzt wird, während sie im wasserleeren Zustande ebenso feuerfest, wie die Kieselsäure ist.

Weniger wichtig für die technische Anwendung ist das schwefelsaure Natron oder Glaubersalz, welches, wie schon bekannt, theils aus einigen Mineralquellen gewonnen wird, theils aber auch als ein Nebenprodukt bei der Darstellung der Salzsäure erscheint. Das Glaubersalz zeichnet sich vor allen anderen Salzen durch sein vieles Krystallwasser aus, insofern es davon fast 57 Prozent enthält, und durch seine oft großen Krystalle.

Von dem kohlensauren Natron haben wir schon oben gesprochen. Außer dem einfach kohlensauren Natron kommt aber besonders als Heilmittel, z. B. in manchem Brausepulver, ein doppelt kohlensaures Natron in Anwendung. Dieses wird auf die einfachste Weise erhalten, wenn man das einfach kohlensaure Salz in einer Wärme von 30 °R., also etwa in der des Blutes, verwittern, d. h. sein Krystallwasser verdunsten läßt, darauf mit diesem Salz einen Glastrichter anfüllt, denselben mit einem Teller bedeckt, dann umkehrt und nun mittelst einer Glasröhre durch die Spitze des Trichters Kohlensäuregas in das Salz hineinleitet; die Kohlensäure kann man hierzu am besten, wie schon I, S. 434 angegeben, aus Kreide und verdünnter Salzsäure entwickeln. Das kohlensaure Natron nimmt hierbei noch so viel Kohlensäure auf,

um doppelt kohlensaures oder saures kohlensaures Natron zu werden, und die Beendigung dieses Prozesses erkennt man daraus, daß eine Probe des Salzes, in destillirtem Wasser aufgelöst und in eine Quecksilbersublimatlösung getröpfelt, einen weißen und nicht gelben Niederschlag bildet, welcher letzterer durch einfach kohlensaures Natron entsteht.

So viel über die Natronsalze, denen sich, wie wir es aus unseren früheren Unterhaltungen wissen, auch die Natronseife und das Natronglas anschließen. Nunmehr gelangen wir aber zu dem stärksten aller Alkalien, dem Kali, und beginnen mit ihm und seinen Salzen einen neuen Abschnitt.

Wir haben schon bei mehreren Gelegenheiten sehen können, wie wenig die Namen der im Laufe der Zeit entdeckten Körper dem eigentlichsten Wesen derselben entsprechen. So haben auch die arabischen Chemiker der löslichen Pflanzenasche keine andere Bezeichnung zu geben gewußt, als den Namen der Pflanze, Kali, von der sie diese Asche gewannen, und dieser Name hat sich für die betreffende Asche erhalten, obgleich man später gefunden hat, daß alle anderen Pflanzen, mit Ausnahme der an den Meeresufern wachsenden Natronpflanzen, jene Asche enthalten. Den Ausdruck „Alkali", zu deutsch, „das Kali", bestimmte man dagegen für alle Körper, welche mit dem Kali oder der Potasche eine Uebereinstimmung zeigten. Gegenwärtig bezeichnet man mit dem Ausdruck Potasche in der Regel das ungereinigte Laugensalz und braucht den Ausdruck Kali nur für die chemisch reine Potasche.

Außer in der Pflanzenasche findet sich das Kali als schwefelsaures Kali, wie bekannt, im Alaunstein; dann trifft man es auch häufig an als Salpeter (salpetersaures Kali) in manchen Erdreichen und unter anderem noch mit Kieselsäure, Thon- nnd Talkerde verbunden im Feldspath, Glimmer, Talk und vielen anderen Gesteinen, welche durch ihre Verwitterung den Boden und so auch die Pflanzenwelt mit diesem Mineral versehen. In den Pflanzen ist das Kali meist an irgend eine Pflanzensäure gebunden; dann aber erscheint es hier auch in geringerer Menge mit Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure verbunden. Werden die Pflanzen

verbrannt, so verwandeln sich durch die Einwirkung der Hitze und durch den Kohlenstoff das pflanzensaure und salpetersaure Kali in kohlensaures Kali, während die anderen Kalisalze unverändert bleiben, und daher ist es begreiflich, wie das Laugensalz dieser Asche, also die Potasche, außer Kali noch manche andere Mineralien enthält.

Eine gute Potasche besitzt eine etwas ins Bläuliche spielende Farbe und wird bald an der Luft feucht; indessen enthält sie noch an 10 Prozent schwefelsaures Kali, etwa 1 Prozent salzsaures Kali, Kieselerde, Eisen und Braunstein, nebst einigen mechanischen Verunreinigungen von Kohle, Sand, Steinchen u. s. w. Oefters wird sie beim Ausglühen mit Sand vermischt, um ihr Gewicht zu vermehren. Diese Beimischung wird entdeckt, wenn ihre Auflösung, mit Salzsäure versetzt, einen gallertartigen Niederschlag giebt, da unverfälschte Potasche sich hierbei nur wenig trüben darf. Ihr Geschmack ist eigenthümlich brennend alkalisch, und je mehr ihre Auflösung Säure zur Neutralisation erfordert, um so besser ist sie. d. h. desto größer ist ihr Gehalt an kohlensaurem Kali.

In Ländern, wo es mehr Waldungen als urbar gemachten Boden giebt, wie in vielen Theilen Rußlands und Nordamerika's, wird die Potasche im Großen durch Einäscherung von ganzen Waldstrecken gewonnen. Hierbei wird das zu Asche verbrannte Holz erst mit kaltem und dann mit kochendheißem Wasser ausgelaugt, wo das Wasser das Kali zugleich mit den übrigen Salzen der Asche auflöst und die Erdarten zurückläßt.

Um die Potasche einigermaßen rein zu erhalten, löst man sie in kochendem Wasser auf, filtrirt die Lösung und dunstet sie bis zur Krystallisation ab. Dabei setzen sich die fremden Salze ab, und wenn nach wiederholter Abdunstung nichts mehr anschießt, so wird die rückständige Lauge in einer reinen Eisenpfanne bis zur Trockenheit abgedampft. Schneller und noch vollständiger kann man die Potasche reinigen, wenn man sie mit gleichen Theilen kaltem Wasser übergießt, ein paar Tage lang stehen läßt, zuweilen umrührt und endlich die Lösung von dem Ungelösten durch Leinwand abseiht und darauf abdunstet. Ganz rein wird das kohlensaure Kali durch ein Ausglühen von Cremortartari, d. h. von saurem weinsteinsaurem Kali erhalten. Die Weinsteinsäure zerlegt

sich, wie überhaupt alle Pflanzensäuren in der Hitze, und es entsteht aus ihr außer Wasser noch Kohlensäure, welche in Verbindung mit dem Kali zurückbleibt. Eine solche Verwandlung der meisten Pflanzensäuren in Wasser und Kohlensäure findet auch im thierischen Lebensprozeß statt, weshalb denn auch Essig-, Citronen-, Weinsäure u. s. w. nicht schädlich, sondern sogar zuträglich sind, wenn man sie namentlich in dem erforderlichen verdünnten Zustand braucht, während z. B. Sauerkleesäure, welche in Kohlensäure und in das giftige Kohlenoxydgas zerfällt, durch das letztere Gas sogar tödtlich zu wirken vermag.

Um das reine kohlensaure Kali von der Kohlensäure zu befreien, hat man es ebenso, wie das kohlensaure Natron, mit Aetzkalk zu behandeln. Hierzu löst man in etwa 10 Theilen kochendem Wasser 1 Theil reines kohlensaures Kali auf, und setzt nun $1\frac{1}{2}$ Theile reinen Aetzkalk hinzu, wobei auch hier die Kohlensäure sich von der ungleich stärkeren Base, dem Kali, trennt, nur weil sie mit dem sonst schwächeren Kalk eine in Wasser unlösliche Verbindung einzugehen vermag, obgleich, wir wir schon früher gesehen haben, der Kalk in der Glühhitze die Kohlensäure nicht zurückzuhalten im Stande ist, was unter allen Umständen das Kali thut.

Es giebt noch andere Darstellungsweisen des Aetzkali's, welche wir indessen nicht näher berücksichtigen wollen. Dagegen muß uns eine nähere Betrachtung der Eigenschaften des Kali's schon insofern ganz besonders interessiren, weil sie nicht allein in vielem als Maßstab für die Eigenthümlichkeiten der ähnlichen Körper eintreten, sondern auch auf diesen Eigenschaften so viele gewerblichen Künste beruhen.

Wir haben schon bei vielen Gelegenheiten gesehen, daß sowohl viele Säuren, Basen und Salze außer einem Krystallwasser auch noch ein anderes chemisch gebundenes Wasser, das sogenannte Hydratwasser enthalten. Während das Krystallwasser oft schon bei gewöhnlicher Temperatur, namentlich aus Salzen, verflüchtigt und so die krystallinischen Körper verwittern läßt, pflegt andererseits das Hydratwasser so fest mit vielen Säuren und Basen zusammenzuhängen, daß keine Hitze von ihnen dieses Wasser zu trennen vermag. So besitzen denn auch das Kali und das Natron ein solches chemisch gebundenes Wasser, wovon es selbst durch ein

Schmelzen im Feuer nicht befreit werden kann, sondern nur durch einige Säuren, deren Natur es aber verlangt, mit den genannten Alkalien eine wasserfreie Verbindung einzugehen. So trennt sich z. B. dieses Wasser aus dem Aetzkali, wenn dasselbe mit verglaster Borarsäure zusammengeschmolzen wird. Das vollständig wasserfreie Kali kann nur erhalten werden, wenn man das Kalimetall (Kalium) im trocknen Sauerstoffgase verbrennen läßt.

Hiernach haben wir also unter dem oft gebrauchten Ausdruck Kalihydrat nichts anderes zu verstehen, als das gewöhnliche trockne Aetzkali. Gehen wir aber nun auf seine Eigenthümlichkeiten weiter ein, so müssen wir dasselbe zunächst als den schärfsten Gegensatz der Säuren betrachten, welche mit dem Kali und den anderen Basen Salze bilden. Dieser Gegensatz giebt sich hier auch gewissermaßen durch den Geschmack kund; doch dürfen wir nicht vergessen, daß der Geschmack ebenso bei der Unterscheidung der Basen wie der Säuren nur eine untergeordnete Rolle spielt. Wäre das Kali nicht in Wasser auflöslich und würde es somit nicht leicht eine Zersetzung der Salze in der Schleimhaut auf unserer Zunge bewirken, so würden wir seinen eigenthümlichen alkalischen Geschmack ebenso wenig wahrnehmen, wie wir z. B. auch an der unlöslichen Kieselsäure, dem Sande, Quarz u. s. w. keinen sauren Geschmack empfinden. Dann aber haben wir auch andererseits gesehen, daß manche Basen, z. B. die Beryllerde, nicht einen alkalischen, sondern einen süßen Geschmack besitzt, wie auch unter anderem die Gerbsäure (Gerbstoff) nicht durch einen sauren, sondern durch einen zusammenziehenden Geschmack sich auszeichnet.

Die Aetzkalilauge löst mehrere thierische Stoffe, wie Haut, Faserstoffe, Haare, Seide u. s. w. auf, indem sie mit ihnen meist eigenthümliche, chemische Verbindungen schafft. Wegen ihrer Verseifung der Fette wird sie auch Seifensiederlauge genannt, welche indessen nicht mit der Unterlauge zu verwechseln ist, die nach der gewöhnlichen Seifenbereitung zurückbleibt und neben dem Scheel'schen Süß Chlorkalium, kohlensaures Kali und Natron und einige andere Salze der rohen Potasche enthält. Ebenso löst die Aetzkalilauge Schwefel und mehrere Schwefelmetalle auf, wie denn auch Kieselsäure, Thonerde und einige andere Erden von ihr zum Theil aufgenommen werden. Inniger freilich ist diese Ver-

bindung, wenn das Kali mit Kieselsäure oder Thonerde zusammengeschmolzen wird.

Wird das Kali bis zum Rothglühen erhitzt, so kommt es in Fluß; bei einer stärkeren Erhitzung schwillt es dagegen auf und verflüchtigt langsam in scharfen weißen Dämpfen. Wird das Kali mit Kohlenpulver einer starken Erhitzung ausgesetzt, so entzieht ihm die Kohle den Sauerstoff, das Kali wird also dadurch entsauerstofft (reducirt), und das hierbei entstehende Kalimetall, das Kalium, verflüchtigt. Hierauf beruht die Darstellung dieses merkwürdigen leichten Metalls, das so begierig den Sauerstoff anzieht und daher selbst unter Wasser sich entzündet, so daß es bei der Destillation nur unter Steinöl aufgefangen, wie auch in dieser sauerstofffreien Flüssigkeit aufbewahrt werden muß.

Zum Wasser hat das trockne Aetzkali eine starke Anziehung, weshalb es an der Luft so leicht zerfließt; wird es mit Schnee gemischt, so erzeugt es eine bedeutende Kälte, weil es das Verlangen hat, sich in möglichst viel Wasser aufzulösen, wozu ein großer Theil des Schnees seine gebundene Wärme hergeben muß. Die bedeutendste Eigenschaft des Kali's bleibt aber immer seine überwiegende Anziehungskraft zu den Säuren im Allgemeinen, so daß es im Stande ist, die meisten anderen Basen aus ihren Verbindungen mit Säuren auszuscheiden, mithin alle löslichen Salze zu zersetzen.

Unter den vielen Kalisalzen sind es indessen nur einige, welche eine allgemeinere praktische Bedeutung gefunden haben. Zu diesen gehört zunächst der Salpeter oder das salpetersaure Kali, welches man früher, namentlich in Indien, Aegypten, wie auch in einigen Ländern des südlichen Europa's durch Auslaugen mancher Bodenarten gewonnen hatte, bis man später dieses Salz auch künstlich so bereiten lernte, wie wir es schon bei der Besprechung der Salpetersäure (vgl. I, S. 451) gesehen haben.

Die technische Bedeutung des Salpeters beschränkt sich vorzugsweise auf die Darstellung des Schießpulvers. Zu diesem Zweck könnte man nicht, beiläufig noch erwähnt, das salpetersaure Natron, oder den sogenannten kubischen Salpeter verwenden, welchen man in einigen Bodenarten Südamerika's häufig findet; dieser Natronsalpeter ist nicht nur leichter in Wasser lös-

lich, sondern zieht sogar auch Feuchtigkeit aus der Luft an, welche Eigenschaft ihm beim Schießpulver nicht zur Empfehlung gereichen würde. Außerdem brennt ein mit ihm bereitetes Schießpulver ungleich langsamer ab, als das gewöhnliche. Dagegen brennt das Natronsalpeterschießpulver mit einer schönen, pomeranzengelben Farbe und kann daher sehr gut zu Feuerwerken benutzt werden.

Das chlorsaure Kali haben wir sowohl bei der Sauerstoffdarstellung, wie bei der Darstellung der verschiedenen Zündmassen zu Feuerzeugen genugsam kennen gelernt. Die explodirende Eigenschaft dieses Salzes, wenn es mit Schwefel, Zucker, flüchtigen Oelen, wie überhaupt mit entzündlichen Körpern zusammengerieben oder gestoßen wird, hat schon manches Unheil veranlaßt, wie denn auch der erste größere Versuch, dieses Salz in Vermischung mit Kohle und Schwefel als Pulver zu verwenden, mehreren Menschen das Leben kostete, indem sich die Masse schon während der Verarbeitung entzündete und explodirte.

Das Sauerkleesalz, welches so häufig zum Ausmachen von Tintenflecken in Anwendung kommt, besteht aus einem Ueberschuß der giftigen Sauerkleesäure und Kali und findet sich besonders im Safte des Sauerklees, aus welchem es auch meist gewonnen wird. Es ist, wie bekannt, eines der besten Prüfungsmittel auf Kalk, indem es alle aufgelösten Kalksalze zersetzt und einen unauflöslichen Niederschlag von kleesaurem Kalk bildet.

Wichtiger als das erwähnte Salz ist der bekannte Weinstein, welcher sich aus den säuerlichen ausgegohrenen Weinen an dem Boden und an den Wänden der Gefäße ausscheidet und im gereinigten Zustande Cremortartari heißt. Der rohe Weinstein ist saures weinsteinsaures Kali, mit Farbstoff, Hefen und einigen anderen Körpern verunreinigt, die sich beim Klären des Weines absetzen. Daher kann man den rohen Weinstein dadurch reinigen, daß man ihn in kochendem Wasser auflöst und die gesättigte Auflösung abkühlen läßt, wobei sich das reine saure weinsteinsaure Kali mit einigen Antheilen weinsteinsauren Kalk ausscheidet. Die Anwendung des Weinsteins zur Färberei, wie auch zur künstlichen Weinbereitung, haben wir schon früher beiläufig kennen gelernt; außerdem ist das Cremortartari als ein die Blutwallungen mäßi-

gendes Heilmittel nicht wenig beliebt, weshalb es auch in dem Bereich der Hausmittel keine geringe Rolle spielt.

Was das kohlensaure Kali betrifft, so haben wir es schon bei der Gewinnung der Potasche besprochen. Wie ein doppeltkohlensaures Natron, so giebt es auch ein doppeltkohlensaures Kali, welches am leichtesten dadurch erhalten wird, wenn man Kohlensäure in eine starke Auflösung von einfach kohlensaurem Kali hineinleitet, wo sich das erwähnte saure Salz als weniger löslich krystallinisch ausscheidet. Auch dieses Salz wird zu Brausepulver in Vermischung mit Weinsteinsäure verwendet.

Das kieselsaure Kali ist das bekannte Glas und je nach seinem größeren und geringeren Gehalt an Kieselsäure hartes, weiches, ja endlich auflösliches Glas, wie wir letzteres beim Wasserglas gesehen haben. Nachträglich bemerken wir hierüber noch, daß die Verhältnisse, unter welchen sich die Kieselsäure mit dem Kali und den anderen Alkalien chemisch verbindet, noch nicht gehörig ermittelt worden sind, weil diese Verbindung hier in der Glühhitze vor sich geht und beim Erweichen und Erstarren der Masse eine Ausscheidung der nicht chemisch verbundenen Antheile nicht stattfindet.

Bleibt uns endlich noch ein wenigstens technisch wichtiges Kalisalz zu erwähnen übrig, so ist es das blausaure Kali oder Cyankalium, welches wir, namentlich bei unserer Unterhaltung über die Galvanoplastik, als ein giftiges bezeichnet hatten. Obgleich durch eine gesättigte chemische Verbindung die Eigenschaften der einzelnen Körper aufgehoben werden, so behalten doch einige Verbindungen insofern die Wirkungen ihrer Bestandtheile bei, als sie sehr leicht eine Zersetzung erleiden. Was nun das blausaure Kali betrifft, so ist diese Verbindung eine sehr lose, so daß sie im gelösten Zustande schon durch die Kohlensäure der Luft eine Zersetzung erleidet, wobei natürlich die äußerst gefährliche Blausäure ausgeschieden wird. Ebenso geht schon eine Zersetzung dieses Salzes vor sich, wenn seine Auflösung erhitzt wird. Was anders nun, als daß auch dieses Salz, sobald es unvorsichtiger Weise in den Magen oder in eine Blutwunde kommt, dort durch die Magensäure und hier durch einige Blutbestandtheile zersetzt wird, so daß

dabei die Blausäure dieses Salzes seine ganze verderbliche Wirkung äußern muß?

Dieses auch zur Erklärung der Giftigkeit mancher anderen Salze, wie z. B. einiger löslichen arsenigsauren Salze, welche mehr oder weniger ebenfalls eine solche Zersetzung im Magen erleiden können, daß dabei die giftige arsenige Säure einen unbehinderten Spielraum findet. Anders verhält es sich aber, wenn man die eine oder die andere giftige Säure mit einer solchen Base verbindet, welche in Gemeinschaft mit der betreffenden Säure ein festes unauflösliches Salz bildet; dann besitzt in der Regel mit der Unlöslichkeit die Verbindung eine solche Innigkeit, daß sie leicht jeder zersetzenden Kraft widersteht, welche der thierische Körper enthält. So kann die arsenige Säure durch Eisenoxydhydrat (Eisenrost) entgiftet werden, indem beide eine unlösliche Substanz bilden. Man darf indessen nicht glauben, daß alle unlöslichen oder schwerlöslichen Salze ungiftig sind. Die schwefelsaure Baryterde, so unlöslich und fast unzersetzbar sie auch ist, besitzt doch einen nicht geringen Grad von Giftigkeit, und ebenso haben wir auch den schwefelsauren Kalk (Gyps) als ein sehr schädliches Salz im Trinkwasser u. s. w. zu melden.

Was das giftige blausaure Kali betrifft, so wird es durch Eisenoxydul entgiftet, wenn eine Auflösung von ihm längere Zeit mit letzterem in Berührung steht; es bildet sich hierbei das schon mehrfach erwähnte Blutlaugensalz (blausaures Eisenoxydulkali), welches auch beim Erhitzen von stickstoffhaltigen Substanzen mit Kali und Eisen sich bildet und, trotz seiner Löslichkeit, dennoch die Blausäure nun so innig bindet, daß sie nicht mehr so leicht durch andere Säuren, und namentlich durch die Säuren im Magen, ausgeschieden werden kann.

Die Ursache dieses innigeren Verhaltens der Blausäure zum Kali, wenn sich diesem noch ein Antheil Eisenoxydul zugesellt, welches aus 1 Atom Eisen und 1 Atom Sauerstoff besteht, beruht wahrscheinlich darin, daß das Eisenoxydul, wie das Eisenoxyd, welches letztere aus 2 Atomen Eisen und 3 Atomen Sauerstoff zusammengesetzt ist, schon an sich eine große Anziehung zur Blausäure besitzen, wie dieses das Berlinerblau (vgl. II, S. 45 u. 46) beweist. Da nun aber einmal zwischen den Elementen der Erde

nach einer wundersamen, noch nicht ganz erforschten Gesetzmäßigkeit die verschiedenartigsten chemischen Anziehungskräfte walten, und unter Umständen diese Anziehungskräfte eine Steigerung finden können, wie z. B. die Anziehungskraft des Sauerstoffs, indem dieser als Ozon wirkt, so ist es bei der Bildung des Blutlaugensalzes anzunehmen, daß die größere Anziehung zwischen Eisenoxydul und Blausäure auch ein innigeres Verhältniß zwischen dem Kali und der Blausäure anregt. Jedenfalls haben diese größeren und geringeren Anziehungskräfte der Elemente, um Säuren und Basen zu bilden, wie auch der Säuren und Basen zur Erzeugung von Salzen, tiefer gehende Ursachen, als sie in dem Gegensatz von einer positiven und negativen Elektrizität liegen, und die Forschung der Zukunft wird hier noch manches große Geheimniß zu enthüllen haben; wenigstens ist es nicht anzunehmen, daß die chemische Erkenntniß der Natur gegenwärtig ihren Höhepunkt erreicht habe und der Forschungsgeist der künftigen Jahrhunderte nichts mehr finden werde, als was nur zur Begründung unserer jetzigen chemischen Natureinsicht dienen könnte.

So beschließen wir mit dieser kurzen Betrachtung unsere Unterhaltung über die Alkalien, welche wir schon in der Verbindung mit der Kieselsäure eine so bedeutungsreiche Rolle spielen sahen, und wenden uns nun einer Würdigung der Metalle und derjenigen Künste zu, welche es mit ihnen vorzugsweise zu thun haben.

46.

Die Metalle, ihre allgemeinen Eigenschaften und ihre Gewinnung.

Von allen Körpern, welche Bestandtheile der Erdrinde ausmachen, hat man seit den frühesten Zeiten den Metallen eine ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt und sie am sichersten unterscheiden gelernt. Jahrtausende hindurch haben die nach Macht und Erkenntniß strebenden Völker die Festen der Erde durchwühlt, um die Metalle, sei es im reinen Zustande, wie das Gold und das

meiste Silber, sei es in ihrer Vererzung, zu gewinnen; Jahrtausende lang hat man durch die erforderlichen chemischen Prozesse, wie man sie im Laufe der Zeit herausgefunden hatte, aus den Erzen, d. h. aus der Verbindung der Metalle mit nichtmetallischen Körpern, die Metalle im reinen Zustande ausgeschieden und sie auf die mannigfachste Weise verarbeitet. Der Mythengott Vulkan, der Waffen und andere metallische Kunsterzeugnisse verfertigte, war ein schmiedender Gott — Beweis genug, daß die alten Griechen und Römer die Gewinnung und Verarbeitung der Metalle als eine der wichtigsten Künste verehrten. Ebenso glaubten auch die Alten, daß die einzelnen Metalle, welche sie kannten, unter dem besonderen Schutze dieser und jener Götter, und endlich unter dem Einfluß einzelner Himmelskörper standen, weshalb sie ihnen auch oft die Namen derselben beilegten.

Bei aller Kenntniß indessen, welche der Mensch sich schon seit den frühesten Zeiten über die Metalle erworben hatte, fehlte ihm doch diejenige Erkenntniß von dem Wesen derselben, welche ihn in späterer Zeit vor der eitlen Träumerei einer künstlichen Metallerzeugung hätte schützen können. Wie jedes einseitige halbe Wissen zu Irrthümern führt, so that dieses auch das kümmerliche Naturwissen der früheren Jahrhunderte, und doch waren es auch wieder diese Irrthümer, durch welche sich der forschende Geist erst zu einem klareren Bewußtsein über die irdischen Dinge durcharbeitete; ohne eine vorhergegangene Alchymisterei würden wir uns schwerlich einer Chemie erfreuen, welche mit nicht geringer Sicherheit über das Mögliche und Unmögliche in der Natur der Körperwelt zu entscheiden vermag, und selbst in dem Fall, wo sich ihr wirklich eine künstliche Bildung von Metallen als wahrscheinlich erweisen würde, dieses mit richtigerem wissenschaftlichen Takt zu untersuchen und zu ergründen im Stande wäre, als es je ein Alchymist auf Grund seiner geringen Erfahrungen und seiner überschwenglichen Phantastereien hätte thun können.

Auf welchen beschränkten Naturkenntnissen die Wissenschaft der aufgewecktesten Köpfe einiger Jahrhunderte vor uns beruhte, das beweisen uns ganz besonders einige Aussprüche des berühmten und ebenso berüchtigten Paracelsus von Hohenheim, welcher im 17ten Jahrhundert sogar einige Jahre als Professor der Medizin

und Naturwissenschaft zu Basel glänzte. So sind nach seiner Ansicht die Nebensonnen von Messing und werden durch Geister in der Luft gemacht; die Sternschnuppen erklärte er für „wirkliche Exkremente der Sterne, die sie von sich geben, wenn sie ihre astralische Speise verdaut haben", den Regenbogen aber für ein „wirklich Ding, dessen Farben aus dem Salz des Feuers geboren werden" u. s. w. Ist es hiernach zu verwundern, daß dieser berühmteste Chemiker seiner Zeit auch die Wahrheiten der Natur, welche er enthüllte, mit den irrigsten, wunderlichsten Vorstellungen bekleidete und sie so wieder zur Lüge machte? So äußerte er sich auch über die Metalle in einer ebenso richtigen wie unklaren Weise, daß er sie mit einem Menschen verglich, welcher sich in seinem Hause verschanzt hält und den man nicht ergreifen kann, ohne das Haus zu zerstören; wie könnte man, meinte er, sich des in den Metallen verborgenen Geistes bemächtigen, wenn man Lösungsmittel von zu roher Natur verwendet, welche ihn verlöschen oder in neuen Hüllen gefangen halten.

Aber auch im 18ten Jahrhundert machten sich, bis zu den Entdeckungen der Chemiker Scheele, Lavoisier und einiger anderer, solche Naturansichten geltend, welche mehr den forschenden Blick umnebelten, als vor ihm die Geheimnisse der Körperwelt beleuchteten. Vor allem wurde hier das weitere Vordringen des Forschungsgeistes durch die eigenthümliche Erklärung des Verbrennungsprozesses gestört, welche ein deutscher Chemiker Becher erfunden und sein Schüler Stahl weiter entwickelt hatte. Nach deren Annahme enthielten alle brennbaren Körper, also auch mehr oder weniger die Metalle, einen besonderen Stoff, Phlogiston (Brennbares genannt, welcher bei der entsprechenden Erhitzung aus diesen Körpern als Feuer entweiche und dann einen unverbrennbaren Bestandtheil des Körpers zurückließe, so daß hiernach der Schwefel kein einfacher, sondern ein zusammengesetzter Körper sein mußte, und zwar zusammengesetzt aus Phlogiston und Schwefelsäure. Daß die nach dem Verbrennen des Schwefels zurückbleibende Schwefelsäure schwerer wird, als der Schwefel, daß somit der Schwefel, um Schwefelsäure zu werden, nothwendig mit einem wägbaren Stoff (dem Sauerstoff) sich verbinde, ahnten sie so wenig, daß sie es selbst nicht einmal für nöthig hielten, das Verbrennungsprodukt

zu wägen. Ebenso bestanden denn auch nach dieser irrigen Ansicht Eisen, Blei u. s. w. aus jenem vermeintlichen Stoff und aus Eisenrost, Mennige u. s. w., welche Oxyde man daher auch verkalkte Metalle nannte. Als man aber entdeckte, daß mit dem Verbrennen eine Gewichtszunahme der Körper sich einstellte, war man endlich keck genug, dem erträumten Phlogiston eine negative Schwere zuzuschreiben, so daß durch das Entweichen dieses Phlogistons der Körper, wie von einer Schuldenlast befreit, an reellem positivem Gewicht zunehmen mußte.

Diese uns jetzt so widersinnig erscheinende Ansicht über den Hergang bei der Verbrennung der Körper erhielt sich unter den Chemikern länger als ein halbes Jahrhundert, bis die Entdeckung des Sauerstoffs und seiner Verbindungen mit den Körpern endlich das große Naturgeheimniß der Verbrennung und der feuerlosen Oxydation enthüllte und so auch den Forschungsgeist zu der Untersuchung anspornte, welche Metalle sich mehr oder weniger begierig, und endlich, welche sich äußerst schwer, wie das Gold und das Platina, mit dem Sauerstoff vereinigen. Wie ferner die Verbindungen mit dem Sauerstoff, so wurden auch die mit dem Schwefel und endlich auch, nach Entdeckung des Chlors, mit diesem Körper untersucht. Endlich führte die Auffindung des wundersamen Naturgesetzes, daß sich die Körper nur unter bestimmten Gewichtsverhältnissen verbinden, die Forschung in der tieferen Erkenntniß mit Riesenschritten vorwärts, und jetzt erst gelangte man dazu, nicht allein die wirklichen Elemente der Körperwelt von den chemischen Zusammensetzungen zu unterscheiden und eine Anzahl neuer Elemente zu entdecken, sondern auch, nach der Prüfung der einzelnen Eigenschaften der Elemente, dieselben in zwei Hauptgruppen richtig aufzufassen, und zwar als nichtmetallische und metallische Elemente, wobei natürlich auch die einzelnen Uebergänge aus einer Gruppe in die andere, z. B. Arsen, Tellur, welche in vielen ihrer Eigenschaften mit den Nichtmetallen, in anderen aber mit den Metallen übereinstimmten, gebührend erkannt wurden.

Nach dieser Betrachtung wird es uns begreiflich sein, wie sehr der heutige Wissenschaftsmann alles auf gründliche Untersuchungen und nichts auf bloße oder nur halb begründete Annahmen geben muß; nur der beharrlichste Fleiß und die größte Seelenruhe in

der Forschung kann ihn weiter führen und ihn neue Wunder der Natur enthüllen lassen, während ein blindes Umhererperimentiren auf Grund einer halben oder gar keiner tieferen Kenntniß der Naturkörper ihn nur in die erträumte Natur der früheren Jahrhunderte zurückführen könnte. Freilich aber werden sich die weiteren Geheimnisse der Natur auch schwerlich vor denjenigen Wissenschaftsmännern enthüllen, welche solche Naturerscheinungen für unmöglich halten, die sie sich nach ihren bisher gewonnenen Erkenntnissen nicht erklären können, insofern sie sich dabei ebenso kurzsichtig in die ihnen übererbten Theorien einpferchen, wie es viele selbst der bedeutendsten Gelehrten des vorigen Jahrhunderts thaten, denen nichts begreiflicher, als die Lehre von dem erdachten Phlogiston erschien und die wirkliche Verbrennungstheorie, wie sie der große Lavoisier lehrte, für ein eitles Hirngespinnst, das einer näheren Prüfung nicht würdig sei, erklärten.

Wie indessen die Idee einer künstlichen Darstellbarkeit des Goldes, Silbers und der anderen Metalle in früheren Jahrhunderten eine so verbreitete sein konnte, ist sehr leicht erklärlich. So einfach es uns auch jetzt erscheinen mag, die Metalle als einfache Körper zu erkennen, so schwierig war es eben zu einer Zeit, wo man nicht einmal wußte, was bei dem Glühen vieler Erze mit Kohle vorging, um das glänzende Metall unter der Schlacke erscheinen zu lassen, oder, was z. B. das Rosten des Eisens bewirke. Nach allem, was man mit den verschiedenen Erzen, welche äußerlich, wie Zinnober, Zinnstein u. s. w., oft gar nicht an ein Metall erinnern, vorzunehmen hat, um aus ihnen Quecksilber, Zinn u. s. w. zu gewinnen, mußten den alten Chemikern die Metalle eher als zusammengesetzte Körper erscheinen; so war denn auch die Meinung, dieselben durch eine Mischung und durch ein Glühen darzustellen, ganz gerechtfertigt, während sie jetzt nach unserer richtigen Naturerkenntniß als eine lächerliche erscheint; kurz man ließ sich damals in der Chemie ebenso von dem bloßen Schein leiten, wie in der Astronomie, wo man sich nur eine wirkliche Bewegung der Himmelskörper um die Erde denken konnte, ohne eine Ahnung davon zu haben, daß hier gerade das Gegentheil die Wahrheit ist, bis nach der weiteren Entfaltung der menschlichen Erkenntniß diese Wahrheit nicht mehr verhüllt bleiben konnte.

So viel über den Entwickelungsgang der chemischen Forschung seit den letzten Jahrhunderten, um endlich zu einer richtigen Auffassung der Elemente und ihrer nichtmetallischen und metallischen Natur zu gelangen. Die Nichtmetalle, welche man auch Metalloide nennt, haben wir in unseren früheren Unterhaltungen genugsam kennen gelernt. Zu ihnen gehören die Elemente Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor, welche in dem organischen Leben eine Hauptrolle spielen; ihnen schließen sich die Salzbilder: Fluor, Chlor, Brom, Jod und dann noch das dem Schwefel ähnliche Selen, und die Glas erzeugenden Elemente; das Bor (im Borax) und der Kiesel (Silicum) an. So verschieden von einander sich auch oft diese Elemente vor uns gezeigt haben, so bemerken wir doch an ihnen keine Eigenschaft, wodurch sie an den Charakter der Metalle erinnerten; noch mehr aber werden wir diesen Unterschied erfassen, wenn wir nun die Eigenschaften der letzteren näher betrachten.

Zunächst muß die vollständige Undurchsichtigkeit der Metalle sowohl im festen als im flüssigen Zustande unsere Aufmerksamkeit fesseln. So läßt z. B. ein Silberblatt von $\frac{1}{100000}$ Zoll Dicke noch keinen einzigen Lichtstrahl durch. Nur das Gold scheint davon eine Ausnahme zu machen, doch blos darin, daß ein Goldblättchen von $\frac{1}{200000}$ Zoll Dicke beim Durchsehen das Tageslicht grün durchschimmern läßt, was natürlich nicht geschehen würde, wenn es nicht die grünen Lichtstrahlen durchließe.

Eine zweite Haupteigenschaft der Metalle ist ferner ihr Metallglanz. Diesen eigenthümlichen Glanz würden sie nicht besitzen oder vielmehr durch Poliren nicht erhalten, wenn nicht das Licht von ihrer Oberfläche vollkommener als von anderen Körpern zurückgeworfen würde. Diesen Glanz besitzt jedoch das Platina im höchsten Grade; diesem schließen sich zunächst Stahl, Silber, Quecksilber und Gold an, worauf dann Kupfer, Zinn und Blei mit geringerem Glanze folgen.

Neben dem eigenthümlichen Glanz ist die Fähigkeit der Metalle, die Wärme und die Elektrizität besser als andere Körper zu leiten oder fortzupflanzen, ihre charakteristischste Eigenschaft. Zwar leitet auch die Kohle sehr gut die Elektrizität, dagegen sehr schlecht die Wärme. Doch ist das Ver-

mögen der Elektrizitäts- und Wärmeleitung bei den Metallen auch ein sehr verschiedenes. Die besten Elektrizitätsleiter sind Silber, Gold, Kupfer, weniger gute dagegen Eisen und Platina; in demselben Verhältniß zeichnen sich diese Metalle aber auch als Wärmeleiter aus, so daß auch hier das Silber das Platina bedeutend übertrifft.

Um die Leitungsfähigkeit der Wärme bei den Metallen zu erkennen, bedient man sich einer sehr einfachen Vorrichtung. Man nimmt nämlich gleich dicke Drähte von den verschiedenen Metallen, welche man auf ihre Leitungsfähigkeit prüfen will, überzieht sie mit geschmolzenem Wachs und hält nun nach dem Erkalten des Wachses das eine Ende eines jeden Drahtes so lange in die Flamme eines Lichtes, als noch etwas von dem Wachs abschmilzt, und vergleicht nun die verschiedenen Drähte. Je weiter das Wachs abgeschmolzen ist, desto größer ist die Fähigkeit der Metalle, die Wärme zu leiten. Indessen hat man auch noch ein anderes Verfahren, um genauer das Leitungsvermögen der Metalle zu bestimmen; freilich läßt sich dieses nicht so einfach ausführen. Hiernach hat man gefunden, daß z. B. Kupfer 2 mal schneller als Eisen und gegen 5 mal schneller als Blei die Wärme leitet; im Ganzen ergiebt sich nach der Leitungsfähigkeit der technisch wichtigsten Metalle folgende Ordnung derselben: Kupfer, Eisen, Zink, Zinn und Blei.

Ehe man noch die Metalle entdeckt hatte, welche den Alkalien, alkalischen Erden und eigentlichen Erden zu Grunde liegen, betrachtete man die bedeutende *Schwere* der Metalle als eine ihrer sie am meisten auszeichnenden Eigenschaften. Jetzt unterscheidet man aber die angedeuteten Metalle als leichte, und die übrigen als schwere Metalle, von welchen Zinn 7, Eisen 8, Kupfer 9, Silber 10, Blei 11, Quecksilber 14, Gold 19 und Platina 21 mal schwerer, als eine gleich große Menge Wasser ist (vergl. spezifisches Gewicht, I, S. 14).

Daß mit der Schwere zugleich auch die *Dichtigkeit* der Körper, d. h. die dichte Aneinanderlagerung ihrer Atome, zusammenhängt, versteht sich von selbst. Wie dicht aber auch die schweren Metalle sein mögen, so bieten sich dennoch Zwischenräume genug dar, um nicht allein durch ein Hämmern die Metallmasse noch mehr

verdichten zu lassen, sondern auch unter Umständen in ihre Poren selbst andere Körper aufzunehmen. Letzteres hat man nämlich bei der Gelegenheit entdeckt, als man hohle Kugeln von Gold, Eisen und anderen Metallen mit Wasser füllte, darauf fest verschloß und nun einem heftigen Druck aussetzte; bei dieser Gelegenheit sah man das Wasser in äußerst feinen Tröpfchen aus den Poren des Metalls herausdringen.

Ebenso fand man, daß Quecksilber durch eine Bleistange durchzudringen vermag, und zwar schon bei dem gewöhnlichen Atmosphärendruck. Diese Beobachtung wurde zuerst von einem französischen Naturforscher gemacht. Er hatte nämlich eine Stange Blei wie einen Heber umgebogen, dann das kürzere Ende in ein Gefäß mit Quecksilber getaucht und das längere Ende wie gewöhnlich herabhängen lassen, und sah nun nach einiger Zeit seine Voraussetzung bestätigt, indem sich an dem herabhängenden Ende allmälig Quecksilbertropfen bildeten und herabtröpfelten. Obgleich die heberartige Bleistange selbst dem bewaffneten Auge des Forschers als vollständig massiv erschien, so war sie es doch nicht für das Quecksilber, das in ihr so viele Zwischenräume und Poren fand, um sich, von dem Luftdruck gedrängt, einen Weg durch dieselben zum anderen Ende der Stange hinaus zu bahnen, als wäre diese Stange ein hohler Heber gewesen.

Die Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit ist keine durchgängige Eigenschaft der Metalle. Einige zerspringen unter dem Hammer und lassen sich sogar pulvern, wie das Antimon; andere dagegen können nur bis zu einem gewissen Grade ausgehämmert werden, so daß sie beim fortgesetzten Schmieden Risse bekommen. Wird ein solches brüchiges Metall aufs neue geglüht, so kann es wieder ausgeschmiedet werden. Während des Schmiedens erhält das Metall eine größere Dichtigkeit, es entwickelt sich Wärme und das spezifische Gewicht der Metalle wird größer. Die bedeutende Dehnbarkeit des Goldes hängt mit einer gewissen Weichheit zusammen, wie sie auch Eisen, Kupfer, Platina, Silber, Zinn, Zink und Blei mehr oder weniger besitzen. Es giebt indessen auch Metallmischungen, welche an Härte keinem anderen Körper nachstehen, z. B. das kohlenstoffhaltige Eisen, wie Stahl und Gußeisen,

und das sogenannte Phosphoreisen und Phosphorkupfer, welche eine geringe Beimischung von Phosphor enthalten.

Die letzte der wesentlichsten Eigenschaften der Metalle ist ihre Schmelzbarkeit. Diese Eigenschaft theilen übrigens auch die meisten nichtmetallischen Elemente, mit Ausnahme des Kiesels, des Bors und des Kohlenstoffs, welche man durch keinen der bekannten Hitzegrade in Fluß zu bringen im Stande war. Obgleich indessen alle Metalle schmelzbar sind, so ist der Unterschied der Hitze, bei welcher das eine oder das andere Metall schmilzt, ein sehr bedeutender. Während eine Temperatur bis zu 31 °R. unter dem Nullpunkt, also selbst bei unserer strengsten Winterkälte, noch so viel Wärme enthält, um das Quecksilber im flüssigen Zustande zu erhalten, gehört andererseits zum Flüssigwerden des Platina's eine Hitze, wie sie nur durch das Hineinströmen von Sauerstoff in eine Wasserstoffflamme erzeugt werden kann. Außer diesem Unterschied macht sich aber noch hierbei ein anderer geltend. So werden z. B. Eisen und Platina vor dem Schmelzen weich und können leicht geschmiedet werden, während die anderen aus dem festen Zustand sofort in den flüssigen, wie etwa ein Stück schmelzendes Eis, übergehen.

Daß indessen die Metalle das Bestreben zeigen, beim Erstarren eine krystallinische Form anzunehmen, unterscheidet sie nicht von den Nichtmetallen, welche zum Theil, wie der Schwefel, ebenfalls diese Eigenschaft besitzen. Die Krystallbildung gehört überhaupt mehr oder weniger, mit wenigen Ausnahmen, sowohl den einfachen wie auch den zusammengesetzten Körpern an, wenn letztere nicht etwa von dem geheimnißvollen Lebensprinzip durchdrungen sind, wie etwa die Pflanzen- und die Fleischfaser. Was indessen die krystallinische Textur der Metalle betrifft, so kann man sie leicht wahrnehmen, wenn man die Oberfläche eines nach dem Schmelzen erstarrten, aber nicht gewalzten Metalls mit einer verdünnten Säure ätzt, wodurch die äußerste zuerst erstarrte Oberfläche aufgelöst wird und die darunter befindliche krystallinische Textur hervortritt, was, wie wir später sehen werden, eine künstlerische Anwendung gefunden hat.

Endlich macht sich auch bei den Metallen eine Verdunstung bemerkbar, wenn sie sich im geschmolzenen Zustande befinden. Das

Queckſilber verdunſtet ſchon bei der gewöhnlichen Temperatur, weshalb die Arbeiter in den Spiegelfabriken nicht wenig an Speichelfluß leiden, welches die nächſte Folge einer Queckſilbervergiftung iſt; Zink, Zinn, Antimon und einige andere Metalle verflüchtigen, wenn ſie bei der Glühhitze zum Schmelzen kommen; an den feuerfeſten Metallen, wie Gold und Platina, hat man jedoch zuerſt eine Verflüchtigung bemerkt, als man ſie im Brennpunkt großer Brennſpiegel geſchmolzen hatte.

Was endlich die chemiſchen Verbindungen betrifft, welche die Metalle zu bilden im Stande ſind, ſo ſpielen hierbei der Sauerſtoff, der Schwefel und dann das Chlor eine Hauptrolle. Die meiſten Erze ſind Verbindungen der Metalle mit Sauerſtoff und mit Schwefel; mit dem Kohlenſtoff kommt bekanntlich das Eiſen, und zwar als Graphit oder Reißblei, häufig vor. Durch die Kunſt hingegen kann man die verſchiedenen Metalle auch mit anderen nichtmetalliſchen Elementen zu einer Vereinigung bringen, nur nicht mit dem trägen Stickſtoff, und in ſehr ſeltenen Fällen mit dem Waſſerſtoff. Ebenſo gehen die Metalle auch unter einander Miſchungen ein, welche man jedoch, weil ſie ausnahmsweiſe in beliebigen Verhältniſſen ſtattfinden, als keine rein chemiſche Verbindungen betrachtet und Legirungen (Miſchungen) nennt.

So viel über die allgemeinen Eigenſchaften der Metalle. Was die Gewinnung derſelben in ihrem vererzten und unvererzten Zuſtande aus dem Schooß der Erde betrifft, ſo können wir ſie nicht ſo leicht mit wenigen Worten erledigen. Die Hüttenkunde, welche es mit dieſer Gewinnung und gleichzeitig mit der Darſtellung der Metalle aus ihren Erzen zu thun hat, umfaßt die verſchiedenſten Wiſſenſchaften, wie außer der Mineralogie, Chemie und Phyſik, auch noch die Bergbaukunde, die Land- und Waſſerbaukunſt, die Mechanik u. ſ. w. Der Hüttenmann muß mit allen Kenntniſſen ausgerüſtet ſein, durch welche er Erde, Waſſer, Luft und Feuer beherrſcht, wenn er mit Sicherheit und mit Vortheil den Bergbau betreiben will. Außerdem giebt es noch faſt ſo viele Zweige der Hüttenkunde, als es hier zu gewinnende Produkte giebt. und daher unterſcheidet man noch beſonders Eiſen-, Blei-, Silber-, Goldhüttenkunde u. ſ. w.

Wie wären aber alle dieſe einzelnen Wiſſenſchaften, mit wel-

chen sich der Bergbaubeflissene vertraut zu machen hat, wenn nicht der Muth und die Beharrlichkeit den Menschen dazu bestimmen könnten, in die Tiefe der Erde sich hineinzuarbeiten und dort, trotz aller drohenden Gefahren von schlagenden Wettern, herandringendem Wasser, Erdverschüttungen u. s. w. die einzelnen Erzgänge durch das sogenannte taube Gestein zu verfolgen und mit den erforderlichen Werkzeugen, die man Gezähn nennt, die Erze aus ihrem Gestein abzulösen und zu Tage zu fördern. Zwar hat man in den meisten Staaten den Bergleuten mehr oder weniger besondere Rechte eingeräumt, wie ein eigenes Gericht und den Erlaß der Militairpflichtigkeit; doch ist auch ihre Besoldung andererseits oft eine so geringe, daß sie, namentlich in theuren Zeiten, kaum sich den erforderlichen Unterhalt verschaffen können. Ungeachtet ihrer Mühen und Gefahren waltet doch bei ihnen mehr der Frohsinn als der Trübsinn vor; da ihr Geschäft vom Vater auf den Sohn überzugehen pflegt, so haben sich unter ihnen auch die Kerntugenden erhalten, welche ihre Vorfahren auszeichnete: Genügsamkeit, Ausdauer und fröhliches Gemüth. Hierzu mag indessen auch nicht wenig die Musik in ihren Feierstunden und ihre wunderreiche Sagenwelt beitragen, nach welcher ihnen alles Ungemach beim Hinabsteigen in den Schacht und bei der Arbeit in den wagerechten Gängen, den Stollen, nur von neidischen Berggeistern, Kobolden und Zwergen begegnet, Schutz und Hülfe aber von wohlthätigen Geistern und Feen gesendet wird.

Die meisten Erze oder metallhaltigen Mineralien liegen in eigenen Lagern oder in Gängen, meist in den älteren Gebirgsmassen, welche wahrscheinlich ihren Ursprung einer urweltlichen Gluth verdanken. Das in dem Erzgange herrschende Mineral wird Gangart oder Matrix genannt; die Menge des Erzes ist in dieser Gangart oft sehr verschieden. In den Lagern ist die Masse des Metalls in der Regel gleichmäßiger vertheilt.

Ist das Erz aus der Grube geschafft worden, so wird es zuerst gepocht, d. h. von der Gangart durch ein Zerschlagen und zum Theil auch durch ein Mahlen getrennt, worauf meist ein Schlemmen (vergl. I, S. 15) erfolgt; oft genügt aber auch schon, daß man von den zerschlagenen Erzen das leichtere Gestein mit Wasser abspült. Einige Erze, welche Schwefel- und Arsenikmetall

enthalten, die nicht bedeutend schwerer sind, als die Gangart, und daher nicht ohne Verlust gewaschen werden können, pflegt man mit einem Zusatz von Flußmitteln zu schmelzen, wobei die Gangart in Schlacke verwandelt wird und sich von dem geschmolzenen Schwefelmetall abscheidet, welches letztere am Boden des Ofens, unter der Schlacke, sich ansammelt. Nachdem nun das Erz so viel wie möglich vom Gestein befreit worden ist, sucht man Schwefel und Arsen dadurch abzuschneiden, daß man es lange und unter zunehmender Hitze röstet. Der Schwefel und das Arsen gehen dabei als schweflige und arsenige Säure (weißer Arsenik) fort und das Metall bleibt oxydirt zurück. Die Röstung der Erze geschieht entweder in eigenen Oefen oder in Haufen, welche man auf einer Unterlage von Brennholz im Freien aufthürmt.

Das geröstete zu Oxyd verbrannte Metall wird nun in dazu besonders eingerichteten Oefen reducirt, d. h. von seinem Sauerstoff befreit. Hierzu dient, wie wir es schon aus unseren früheren Unterhaltungen wissen, ganz besonders die Kohle, indem sich in der Glühhitze der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff zu Kohlenoxydgas und Kohlensäure verbindet und entweicht, wobei das Metall nun im gediegenen Zustande zurückbleibt. Außer der Kohle setzt man aber noch den gerösteten Metallen die sogenannten Flußmittel hinzu, welche meist aus Feldspath, Flußspath, Kalkstein, Gyps, dann aber aus Borax bestehen; diese Flußmittel bringen nicht nur die sonst feuerfesten Metalle zum Schmelzen, sondern nehmen auch noch die dem Metall anhaftenden Theile der Gesteine auf und scheiden sich mit ihnen als eine glasartige Schlacke aus. Die Hitze in den Oefen wird jedoch verstärkt durch Luftzüge, große Blasebälge und oft durch Gebläsevorrichtungen, welche zur Vermeidung jeder Abkühlung eine schon bedeutend erhitze Luft in die Oefen hineinleitet, so daß die Hitze in diesen Oefen zuweilen 1000 °R. übersteigt. Hierbei dient die sich auf der Oberfläche des schmelzenden Metalls ansammelnde Schlacke zugleich dem Metall als Schutz vor einer Berührung mit dem Sauerstoff der Luft, wodurch es bei der bedeutenden Hitze aufs neue oxydiren würde.

Nach dieser Schmelzung und Ausscheidung der Metalle aus ihren Erzen muß das Metall noch besonders von einigen Antheilen Kohle und der Flußmittel gereinigt werden. So nimmt z. B. das

Eisen bei seinem Ausschmelzen gegen 5 Prozent Kohle, dann noch etwas Kiesel, Alumium, Calcium u. s. w. aus den Flußmitteln, und mitunter auch Schwefel, Phosphor u. s. w. aus seinen Erzen auf. Durch diese fremdartigen Beimengungen erhält das bekannte Gußeisen auch die Eigenschaft, daß es nicht allein sehr spröde, sondern auch in der Weißglühhitze schmelzbar ist, während das Stab- oder Schmiedeeisen, ein von diesen fremdartigen Beimischungen gereinigtes Eisen nicht nur sehr dehnbar und zähe ist, sondern auch in der Glühhitze erweicht und sich hämmern und schweißen, d. h. zu einem Stück vereinigen läßt, wenn man nämlich mehrere glühende Eisenstücke zusammenhämmert.

Die Reinigung der Metalle von dem Kohlenstoff, Kiesel u. s. w. ist, je nach der Natur derselben, eine verschiedene, und so können wir sie beiläufig nur bei der Besprechung der einzelnen Metalle selbst berücksichtigen. Vorläufig aber noch folgende interessante Eigenthümlichkeiten der Metalle in ihren verschiedenen Verbindungen mit Sauerstoff, Schwefel, Chlor u. s. w.

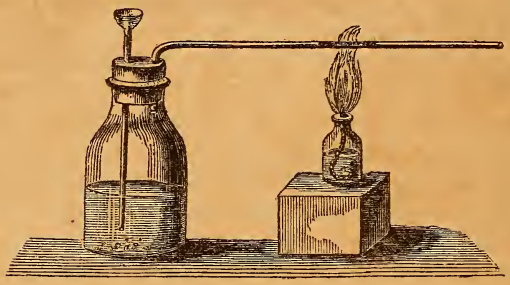
Die mit Sauerstoff verbundenen oder oxydirten Metalle sind in der Regel ohne ein metallisches Ansehen von weißer oder bunter Farbe; sie sind in diesem Zustande mehr den erdigen Körpern ähnlich und werden deshalb auch von den Chemikern älterer Zeit Metallkalke genannt. Einige Metalle haben nur eine Oxydationsstufe, die meisten aber zwei, und einige sogar drei bis vier; die höheren Oxydationsstufen der Metalle erhalten meist die Eigenschaft einer Säure, wie die Antimonsäure, Goldsäure (Goldoxyd) u. s. w. Im Ganzen unterscheidet man die verschiedenen Grade der Oxydation, wo sie Basen oder Säuren bilden, mit den Bezeichnungen: Oxydul, Oxyd, Superoxyd (Hyperoxyd) und Säure. Den Ausdruck „Oxyd" braucht man auch oft für jeden Grad einer Sauerstoffverbindung, wie es auch schon der Ausdruck „ein oxydirter Körper" besagt, welcher ebenso eine Base, wie eine Säure sein kann.

Um den oxydirten Metallen den Sauerstoff zu entziehen, ist nicht immer eine Erhitzung derselben mit Kohlenstoff erforderlich. Wie wir schon früher bei der Sauerstoffbereitung gesehen haben, verliert z. B. das rothe Quecksilberoxyd seinen Sauerstoff, wenn es für sich allein erhitzt wird; ebenso verhalten sich auch die Oxyde

von Silber, Gold und einigen anderen Metallen, welche eine nur sehr schwache Anziehung zum Sauerstoff besitzen; einige höhere Metalloxyde, z. B. das Manganſuperoxyd (Braunstein), verlieren beim Glühen nur einen Theil ihres Sauerstoffs. Endlich kann man auch bei vielen Metalloxyden zu ihrer Reduktion oder Sauerstoffentziehung das Kalimetall (Kalium) sehr zweckmäßig in Anwendung bringen. Hierbei muß Folgendes ganz besonders unsere Bewunderung erregen.

Bisweilen geschieht es nämlich, daß ein Metall, welches bei niedrigeren Temperaturen eine geringere Anziehung zum Sauerstoff hat, als ein anderes, dieses bei einer höheren Temperatur an Begierde, sich mit dem Sauerstoff zu vereinigen, übertrifft. Wenn z. B. Eisenoxyd mit Kalium mäßig erhitzt wird, so entzieht das Kalium dem Eisenoxyd den Sauerstoff und wird dadurch zu Kali (Kaliumoxyd); wird dagegen Kali mit Eisenfeile bis zum Weißglühen erhitzt, so geschieht das Umgekehrte: das Eisen entzieht dem Kali den Sauerstoff, wobei das entstehende Kalium verflüchtigt. Es zeigt sich hier deutlich, daß das Kalium nur deshalb die Verbindung mit dem ihm so sehr befreundeten Sauerstoff zu Gunsten des Eisens aufgiebt, um in der angewandten Weißglühhitze zu verflüchtigen; als Kali, d. h. in der Verbindung mit Sauerstoff, vermag es in dieser Hitze noch nicht Gasgestalt anzunehmen. Eine ähnliche Erklärung gilt aber auch, noch nachträglich bemerkt, für die Wirkung des Kohlenstoffs auf die Oxyde, und zwar in den verschiedenen höheren Hitzegraden; der Kohlenstoff, welcher bei der gewöhnlichen Temperatur so wenig begierig nach einer Vereinigung mit dem Sauerstoff ist, entbrennt doch von dieser Begierde in dem äußersten Maße bei der Glühhitze, so daß er hier fast jedem Oxyde den Sauerstoff zu entreißen vermag, um mit ihm als die flüchtige Kohlensäure zu verflüchtigen. Während das Kali um der Verflüchtigung willen seinen Sauerstoff an das sonst weniger sauerstoffbegierige Eisen abgiebt, nimmt der Kohlenstoff, um verflüchtigen zu können, den Sauerstoff auf. Wird dagegen Kali mit Kohle bis zum Weißglühen erhitzt, so wird dadurch dem Verlangen beider festen Elemente, dem Kalium und dem Kohlenstoff genügt, denn dann verflüchtigen zugleich, unter Reduktion des Kali's, das Kalium als ein einfacher und die Kohlensäure als ein

zusammengesetzter Körper. Anders verhält es sich freilich bei einer geringeren Erhitzung; dann kann das Kalium noch nicht seine Leidenschaft für den Sauerstoff verleugnen, und so geschieht es auch, daß hier selbst die Kohlensäure zersetzt werden kann. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur, wie die folgende Zeichnung zeigt, Kohlensäure, z. B. aus Kreide durch Uebergießen mit einer



Figur 51.

stärkeren Säure, zu entwickeln, und diese Kohlensäure durch eine erhitzte Röhre strömen zu lassen, in welcher sich etwas Kalium befindet, um sich zu überzeugen, daß bei dieser Gelegenheit die Kohlensäure in Kohle und Sauerstoff zerfällt, damit das Kalium eine Verbindung mit dem Sauerstoff eingehe.

Mehrere Metalloxyde können auch durch Wasserstoffgas von ihrem Sauerstoff befreit werden; doch kommt diese Reduktion wenig in Anwendung, weshalb wir sie jetzt nicht näher berücksichtigen wollen. Das Wasserstoffgas kann indessen bei kleinen Versuchen oft sehr zweckmäßig zur Reduktion von Schwefelmetallen, d. h. zur Entschwefelung derselben, gebraucht werden. Man verfährt hierbei ebenso, wie bei dem obigen Experiment, indem nämlich in einer Glasröhre das Schwefelmetall erhitzt wird, während man darüber Wasserstoffgas, welches durch Uebergießen von Zink mit einer verdünnten Säure gewonnen wird, strömen läßt. Es bildet sich hierbei mit Ausscheidung des Metalls Schwefelwasserstoffgas. Da indessen dieses Gas, wie bekannt, der Gesundheit nachtheilig ist, so muß man das betreffende Experiment entweder

im Freien anstellen, oder man läßt das Gas in Kalkmilch hineinströmen, wo es von dem Kalk gebunden wird.

Endlich aber kann man auch die Metalle aus ihren Salzauflösungen auf eine leichte Weise ausscheiden. Wir wissen, daß ein Kupfersalz im aufgelösten Zustande durch Eisen zersetzt wird, indem sich das Eisen mit dem Sauerstoff des Kupferoxydes und dann zugleich mit der Säure verbindet, an welche das Kupferoxyd vorher gebunden war. Dieses Experiment haben wir z. B. überall dort angestellt, wo wir durch Hineinlegen einer blanken Messerklinge in eine Flüssigkeit; in einen Saft u. s. w., dieselben auf eine Verunreinigung durch ein Kupfersalz prüften. In einer ähnlichen Weise wird man auch jedes Metall auf seiner Auflösung ausscheiden, sobald man diese Auflösung mit einem anderen Metall in Berührung bringt, welches zu der bindenden Säure eine größere Anziehung besitzt. So verdrängt das Zink die meisten anderen Metalle aus ihren salzartigen Verbindungen mit Säuren, weil das Zink sich ganz besonders durch das Verlangen auszeichnet, mit Sauerstoff eine Base, das Zinkoxyd, zu bilden und dann mit jeder Säure eine salzartige Verbindung einzugehen. Was indessen die galvanoplastische Ausscheidung der Metalle betrifft, so haben wir das Wichtigste darüber schon früher kennen gelernt.

Wie die Metalle in ihren Verbindungen mit Sauerstoff sich auf eine oft sehr verschiedene Weise auszeichnen, so thun sie es auch in ihrer Verbindung mit Schwefel. Die meisten Metalle lassen sich unmittelbar durch Zusammenschmelzung mit Schwefel vereinigen, und dieser Prozeß erfolgt meist unter Feuererscheinungen. Es ist wohl anzunehmen, daß die meisten *Kiese* und *Blenden*, wie die natürlichen mit Schwefel vererzten Metalle genannt werden, durch Schmelzung während einer urweltlichen Gluth unseres Planeten entstanden sind, wie denn auch wahrscheinlich die meisten mit Sauerstoff vererzten Metalle durch eine Verbrennung in Berührung mit Sauerstoff gebildet worden sind. Wie indessen die verschiedenen Metalloxyde, so besitzen auch die Schwefelmetalle nicht mehr die hauptsächlichsten charakteristischen Eigenschaften der gediegenen Metalle, nur mit dem Unterschiede, daß die Schwefelmetalle noch eine bedeutende Fähigkeit zeigen, die Elektrizität zu leiten, was den Metalloxyden abgeht. Auch besitzen die sogenannten

Kiese, wie das natürliche Schwefeleisen und Schwefelblei, noch den eigenthümlichen Metallglanz, wogegen dieses bei den Blenden, wie Schwefelzink und Schwefelquecksilber (Zinnober), nicht der Fall ist.

Es muß ganz besonders unsere Bewunderung erregen, daß die Natur auch an den verschiedenen Schwefelverbindungen den Charakter von Basen und Säuren unterschieden hat, so daß eine niedrige Schwefelungsstufe als Base in Bezug auf eine höhere Schwefelungsstufe erscheint und beide, wie eine Sauerstoffbase und eine Sauerstofffäure, endlich auch Salze bilden können, die man unter dem Namen Schwefelsalze unterscheidet. Freilich hat man bis jetzt in der Natur nur wenige solcher Schwefelsalze vorgefunden, und zwar aus der einfachen Ursache, weil der Sauerstoff die Herrschaft in unserer Atmosphäre führt; gäbe es aber einen Weltkörper, welcher meist aus denselben Elementen, wie unsere Erde, erschaffen worden wäre, und besäße dieser Weltkörper statt einer sauerstoffhaltigen eine Atmosphäre aus Schwefelgas, wozu freilich dieselbe sich durch eine bedeutende Hitze auszeichnen müßte, so würden unter einer solchen Herrschaft des Schwefelgases die zusammengesetzten Körper des betreffenden Weltkörpers in der Mehrzahl ähnliche Schwefelverbindungen von Basen, Säuren und Salzen sein, wie wir sie auf unserer Erde als Sauerstoffverbindungen kennen. Wie es im tiefsten Innern unseres Erdballs aussieht, wissen wir nicht; gewiß aber spielt der Schwefel in einer gewissen Tiefe der Erde keine geringe Rolle, da die Vulkane, welche der große Humboldt die Sicherheitsventile der Erdrinde nennt, nicht wenig Schwefel ausspeien.

Wir haben schon oft Gelegenheit gehabt, wahrzunehmen, daß die menschliche Kunst die Eigenthümlichkeiten und namentlich die chemische Verbindungskraft der Elemente zu Gebilden benutzt hat, von denen in dem großen Laboratorium der Natur, so weit es uns bekannt ist, nur sehr wenige vorgefunden werden. Dahin gehören denn auch viele Schwefelverbindungen; künstlich dargestellt, beweisen sie uns aber nicht allein, daß auch die Natur sie geschaffen hätte, wenn es für ihre Zwecke erforderlich gewesen wäre, sondern daß auch hier dem Menschen ein großer Spielraum gelassen worden ist, mit Erforschung der Naturkräfte, dieselben zu seinen

speziellen Zwecken auszubeuten. Die verschiedenen künstlichen Schwefelverbindungen, welche die forschende Chemie bisher dargestellt hat, haben zwar, außer wenigen, noch keine besondere Nutzanwendung gefunden; desto mehr haben sie aber neben vielem anderen dazu gedient, diejenige Naturerkenntniß richtiger zu begründen, aus der den meisten Künsten und Gewerben, wie auch der Arzeneikunde bereits so viel Heil und Segen erblühte. Dann aber wissen wir bei vielen scheinbar unnützen Dingen durchaus noch nicht, in welcher Weise sie uns wirklich nützen können, denn wäre dieses der Fall, so hätten wir in Zukunft fast keine besonderen Erfindungen mehr zu erwarten.

Was die Schwefelmetalle betrifft, welche die Natur uns bietet, so hat sie die menschliche Kunst schon frühzeitig auf die Gewinnung der gediegenen Metalle zu benutzen gewußt. Das Rösten derselben, auch Abschwefeln genannt, haben wir schon oben im Kurzen kennen gelernt. Es werden indessen auch viele Schwefelmetalle durch Vermischung mit anderen Metallen und Glühen dieses Gemisches reducirt, oder hier vielmehr entschwefelt. So wird z. B. aus dem Schwefelquecksilber, dem Zinnober, durch Destillation mit Eisenfeile Quecksilber erhalten, welches hierbei überdestillirt, indem sich das Eisen mit dem Schwefel verbindet.

Nächst den Schwefelmetallen verdienen die Verbindungen der Metalle mit den Salzbildern, namentlich mit dem Chlor, unsere Aufmerksamkeit. In der Natur sind sie selten, mit Ausnahme des reichlichen Chlornatriums oder Kochsalzes. Es scheint, als habe bei der Bildung der Erdrinde das Chlor vorzugsweise mit dem Natrium, diesem leichten Metalle, Gemeinschaft machen müssen, obgleich das Chlor auch zu allen anderen Metallen, und oft mehr als der Sauerstoff, eine bedeutende Anziehung besitzt, wie es uns schon die Verbindungen des Chlors mit dem Gold und Platina beweisen, welche Metalle für den Sauerstoff gewissermaßen nur eine erzwungene Neigung zeigen. Seltener sind noch die Jod- und Bromverbindungen, in welchen die metallische Base ebenfalls meist das Natrium bildet.

Das Merkwürdige bei den Verbindungen des Chlors und der anderen Salzbilder mit den Metallen besteht darin, daß bei ihnen nicht, wie bei den Sauerstoff- und Schwefelverbindungen, Basen

und Säuren, und erst durch deren Verbindung Salze entstehen, sondern daß alle einfachen Chlor-, Jod-, Brom-, Fluorverbindungen schon an sich Salze sind und gleichzeitig, in Verbindung mit Wasser, als chlorwasserstoffsaure (salzsaure), jodwasserstoffsaure, bromwasserstoffsaure und fluorwasserstoffsaure Metalloxyde betrachtet werden können. Dabei verbinden sich, wie man es aus den genauesten Wägungen und Berechnungen ersehen hat, die Salzbilder: Chlor, Brom, Jod mit den Metallen in denselben Atommengen, wie sich der Sauerstoff mit diesen Metallen vereinigt, um ein Oxydul, ein Oxyd und ein Superoxyd zu geben, so daß man, diesen Sauerstoffverbindungen entsprechend, die eine Chlorverbindung als Chlorür, die andere als Chlorid und die dritte als Superchlorid unterscheidet. Diese Unterschiede werden wir uns nach folgenden einfachen Experimenten noch deutlicher machen können.

Uebergießt man in einer kleinen Glasschale etwa 4 Loth Quecksilber mit einem Gemisch von 2 Loth Salpetersäure und ½ Loth Wasser und läßt nun so die Säure auf das Quecksilber ruhig einwirken, so findet man dasselbe nach einigen Tagen mit weißen Krystallen von salpetersaurem Quecksilberoxydul bedeckt. Wenn man jetzt diese Krystalle mit einem Glasstäbchen von dem noch unaufgelösten Metall trennt und in einem Glase mit destillirtem Wasser auflöst, zu welchem man noch einige Tropfen Salpetersäure thut, darauf aber zu dieser Salzlösung reine Kalilauge tröpfelt, so scheidet sich das Quecksilberoxydul als ein schwarzer Niederschlag aus, indem sich die Salpetersäure mit dem Kali zu dem auflöslichen Salpeter verbindet. So haben wir auf diese Weise das Quecksilberoxydul gewonnen, welches wir jedoch vor Licht und Wärme zu schützen haben, weil es durch deren Einwirkung in metallisches Quecksilber und in Quecksilberoxyd zerfällt. Wollen wir nun Quecksilberchlorür, welches dem Quecksilberoxydul entspricht, erhalten, so brauchen wir nur dieses mit Salzsäure zu übergießen; es verwandelt sich hierbei das schwarze Quecksilberoxydul in das weiße, schwer lösliche Quecksilberchlorür, welches unter dem Namen Calomel in der Medizin vielfach in Anwendung kommt und bei dessen innerem Gebrauch salzige Speisen deshalb vermieden werden, weil das Kochsalz (Chlornatrium) so auf die niedrigere Chlorverbindungsstufe des Calomels einwirkt,

daß aus demselben metallisches Quecklber und das leicht lösliche Queckſilberchlorid entsteht. Dieses Queckſilberchlorid, das auch unter dem Namen Aetzſublimat oder Queckſilberſublimat als eines der strengsten Gifte bekannt ist, bildet eine höhere Verbindungsstufe von Chlor und Queckſilber und entspricht insofern dem rothen Queckſilberoxyd. Daher kann man auch das Queckſilberchlorid in einer ähnlichen Weise, wie das Queckſilberchlorür, darstellen. Man braucht hierzu nur in einem Kochfläschchen Queckſilber mit Salpetersäure allmälig bis zum Kochen zu erhitzen, wobei die Salpetersäure das Queckſilber vollständig zu salpetersaurem Queckſilberoxyd auflöst, welches sich beim Erkalten der Lösung krystallinisch ausscheidet und nun, wenn diese Krystalle in Wasser aufgelöst werden, durch einen Zusatz von Kalilauge einen Niederschlag von rothem Queckſilberoxyd giebt. Wird dieser Niederschlag jetzt ebenfalls mit Salzsäure übergossen, so entsteht das streng giftige Queckſilberchlorid, das jedoch, wie schon bemerkt, in Wasser leicht löslich ist und daher auch hier bei seiner Darstelluug aufgelöst bleibt. Daß dieses Queckſilberchlorid auch Aetzsublimat genannt wird, rührt daher, weil es meist durch eine Sublimation (trockne Destillation) von schwefelsaurem Queckſilberoxyd und Kochsalz dargestellt wird.

Diese angeführten Beispiele belehren uns hinlänglich, daß z. B. ein Atom Metall auch so viel Atome Chlor aufzunehmen vermag, als es sich mit Sauerstoffatomen verbindet. Dasselbe findet auch mit den anderen Salzbildern statt, ja auch, wie es sich aus vielen Versuchen erweist, mit dem Schwefel. Freilich sind aber diese Verbindungen nicht immer auf die oben angegebene Weise zu erhalten, da es hier noch auf die besondere chemische Anziehungskraft ankommt, welche die schöpferische Natur als eine so verschiedenartige unter den Elementen bestimmt hat. So besitzen z. B. die edlen Metalle, Silber, Gold, Platina, sogar eine ungleich größere Anziehungskraft zum Chlor, als zum Sauerstoff, wie wir es im nächsten Kapitel sehen werden, wo wir die einzelnen Metalle und ihr verschiedenes Verhalten zum Gegenstand unserer Unterhaltung machen.

Die Verbindungen, welche die Metalle mit dem Kohlenstoff, Phosphor, Kiesel und einigen anderen nichtmetallischen Elementen

eingehen können, sind bis jetzt noch wenig bekannt; sie werden jedoch auch, wie man erwarten darf, in Zukunft so weit untersucht werden, daß die Kunst der Metallbearbeitung daraus wesentliche Vortheile wird ziehen können. Schon jetzt sehen wir, welch ein bedeutender Unterschied darin liegt, ob z. B. das Eisen frei von Kohlenstoff, wie im Stabeisen, oder kohlenstoffhaltig ist, wie wir letzteres vom Graphit, Gußeisen und Stahl wissen. So wird unter anderem auch Kupfer durch eine geringe Beimischung von Phosphor so hart, daß es zu schneidenden Instrumenten geschliffen werden kann, während eine Verbindung von Phosphor und Zinn als ein weiches, silberweißes Metall erscheint, welches sich hämmern uud schneiden läßt. Was aber eine chemische Anziehung zwischen den Metallen und dem Wasserstoff betrifft, so scheint sie nur ausnahmsweise bei wenigen Metallen stattzufinden, und zwar besonders bei denen, welche, wie Arsen und Tellur, sich in vielen ihrer Eigenschaften den Nichtmetallen nähern.

47.

Werth der Metalle. Edle Metalle.

Nach unserer vorhergegangenen Besprechung der allgemeinen Eigenschaften der Metalle kann es uns nur sehr leicht werden, auf deren spezielleren Eigenthümlichkeiten einzugehen, wodurch die einzelnen Metalle einzig und allein ihren besonderen Werth und Unwerth zu dieser und jener Anwendung finden. Um indessen auch hier die Metalle in gewissen leicht zu unterscheidenden Gruppen aufzufassen, wollen wir die edlen Metalle, dann die unedlen und endlich die leichten Metalle eine Revue passiren lassen; vorher betrachten wir jedoch den himmelweiten Unterschied in der Geltung, welche diese Metallgruppen in der Werkstatt der Natur und in der der menschlichen Kunst behaupten.

Edle Metalle! In der That, diese Benennung ist ganz geeignet, unser Nachdenken zur Beantwortung dieser Frage anzuregen, was wir unter dem wirklichen und eingebildeten praktischen Werth

eines Dinges zu verstehen haben. Beginnen wir hier mit der Hauptsache, so müssen wir begreifen, daß Platina, Gold, Silber durchaus nicht verdienten, edle Metalle zu heißen, wenn ihr Adel nur in ihrer größeren Seltenheit bestände. Die nur meist dem Namen nach bekannten Metalle Titan, Wolfram, Molybdän, Vanadin, Uran u. s. w. sind bis jetzt ebenso selten, ohne daß man sie deshalb als edle Metalle bezeichnen dürfte. Mit diesem Namen hat ein richtiger Sinn nur diejenigen Metalle belegt, welche nicht allein allen sonst störenden Einwirkungen von Hitze und von feuchter Luft, Wasser, Salzen und den meisten Säuren widerstehen, indem sie sich dabei fortdauernd in ihrer ursprünglichen Reinheit erhalten, sondern sich auch ganz besonders zur Verarbeitung von verschiedenen Kunstgegenständen empfehlen. In letzterer Beziehung zeichnen sich besonders das Gold und das Silber aus; jedoch giebt das Silber wegen seiner größeren Neigung, chemische Verbindungen einzugehen, ungleich weniger eine rühmliche Selbstständigkeit seines Charakters kund und nähert sich hiermit schon den unedlen Metallen, welche, wie wir wissen, in Folge ihrer Sucht, sich mit dem Sauerstoff, Schwefel, Chlor u. s. w. zu vereinigen, nur mit wenigen Ausnahmen in der Natur als gediegene, sondern in der Regel als vererzte Metalle vorkommen. So wenig z. B. ein kupfernes, eisernes oder zinkenes Küchengeräth ohne ein öfteres Scheuern und Putzen sich rein und somit auch für die gewöhnliche Anwendung unschädlich zu erhalten vermag, so wenig könnten die betreffenden Metalle edle heißen; dagegen ist die Frage der Brauchbarkeit eine durchaus andere, wie es ein Jeder, welcher mit der Verwendung der verschiedenen Metalle einigermaßen vertraut ist, leicht ermessen wird.

Nach dieser chemisch praktischen Unterscheidung der Metalle, würden also das Gold und Platina noch für uns edle Metalle bleiben, wenn sie in der Menge der gewöhnlichen Erze in der Erdrinde vorhanden wären. Was gelten aber diese edleren Metalle in der schöpferischen Natur selber? Die Beantwortung dieser Frage werden wir am einfachsten aus folgender Betrachtung ersehen.

Es ist wahrscheinlich, daß sich bei der Bildung unserer Erdkugel aus dem Chaos ihrer Elemente die spezifisch schwersten Ele-

mente als Kern ansammelten und um diesen sich die weniger schweren Stoffe anhäuften, und zwar bis zur Erdrinde herauf, in welcher, wie wir wissen, die Kieselsäure, die Thonerde, der Kalk und das Wasser die Hauptbestandtheile bilden. Wie es sich nun einerseits begreifen läßt, daß theils durch die Zersetzung von Metallsalzen, welche in dem Urmeer aufgelöst waren, theils aber auch durch feurige Ausbrüche aus dem tieferen Schooß der Erde die bekannten Metalle im vererzten und unvererzten oder gediegenen Zustande in die Erdrinde gekommen sind, so kann es uns andererseits auch als sehr glaubwürdig erscheinen, daß das Platina und das Gold mit vielen anderen noch schwereren Metallen, welche unter keinen Umständen zur Erdrinde gelangen konnten, nicht allein den tieferen Schooß der Erdkugel ausfüllen, sondern daß sie im Vergleich zu der verhältnißmäßig sehr dünnen Erdrinde und deren Mineralien diese an massenhaftem Umfang um ein Gewaltiges übertreffen, so daß wir in Wahrheit den Sand am Meere gegen den wirklichen Goldvorrath der Erde als eine nur sehr winzige Menge zu betrachten hätten. Wie anders gestaltet sich aber hiernach der Werth des Goldes und der ihm ähnlichen Metalle! Wodurch sie im Interesse unserer künstlerischen Zwecke edel erscheinen, das macht sie vollständig untauglich für irgend welche höhere Zwecke der schöpferischen Natur, so daß sie auch von dieser zu nichts besserem, als zum rohesten, massenhaftesten Material für den gewaltigen Bau unseres Erdballs hätten verwendet werden können, wenn überhaupt unsere Vorstellung von dem inneren Wesen der Weltkörper und somit auch der Erde eine richtige ist. Unbestreitbar bleibt es, daß nach den wundersamen organischen Gebilden, welche aus dem Laboratorium der Natur entstehen, diejenigen Elemente für die Schöpfungskraft die wichtigsten und somit auch die edelsten sind, welche ihr zum Aufbau jener organischen Gebilde dienen, und hierin zeichnen sich unter den metallischen Elementen vor allem die so leicht oxydirbaren und in ihren Oxyden so vielfache Verbindungen bildenden leichten Metalle aus, welche den Alkalien, den alkalischen Erden und ihren Salzen zu Grunde liegen. Wohl ist ein Pflanzen- und ein Thierkörper, und ebenso der menschliche Leib ohne das Vorhandensein des Goldes, Platina's und Silbers möglich, so weit wir die organische Zusammensetzung

merkt, Platintiegel so leicht durchbohrt, wenn man Metalloxyde oder Metallsalze, welche durch Glühen reduzirt werden können, wie z. B. Quecksilberoxyd, essigsaures Bleioxyd u. s. w., in demselben glüht. Ebenso würde aber auch das Schmelzen von gediegenen Metallen die Platintiegel sehr angreifen. So kann schon ein Tropfen geschmolzenes Blei, Zinn, Wismuth eine glühende Platinplatte durchlöchern, indem sie sich mit dem Platin zu einer leicht schmelzbaren Legirung verbinden. Dagegen lassen sich Gold, Silber und Kupfer in Platingefäßen ohne Gefahr glühen, so lange die Hitze nicht dem Schmelzpunkte dieser Metalle zu nahe kommt. Wie viele schwere Metalle, so gehen endlich auch die leichten Metalle, namentlich die der Alkalien und alkalischen Erden, mit dem Platin in der Glühhitze leicht eine Verbindung ein. So verbindet sich z. B. das Platin mit Kalium zu einer glänzenden, spröden Masse, die durch Wasser zerstört wird, indem sich hierbei das Kalium zu Kali oxydirt. Endlich geht auch das Platin mit dem Kiesel eine Verbindung ein, wenn es mit sandhaltiger glühender Kohle in Berührung kommt.

Freilich wird durch diese angeführten Eigenschaften der Nutzen von Platingefäßen für manche chemische Verrichtungen sehr geschmälert, dagegen weiß ein erfahrener Chemiker sie doch in vielen Fällen in Anwendung zu bringen, wo sie nicht so leicht durch andere metallene Gefäße oder durch Steingut oder Pozellan ersetzt werden können. Haben sich indessen bei einem unvorsichtigen Gebrauch in Platintiegeln Risse gebildet, so kann man sie auf die Weise leicht ausbessern, daß man diese Risse mit einem aus Platinpulver und Terpenthinöl bereiteten dicken Firniß ausfüllt und darauf die schadhafte Stelle, nach dem völligen Austrocknen des Firnisses, durch eine Löthrohrflamme möglichst stark erhitzt. Haben jedoch Platingefäße durch den Gebrauch Flecke erhalten, welche sich mit Sand nicht gut wegscheuern lassen, so schmilzt man zweckmäßig auf diesen angegriffenen Stellen etwas Borax zu Glas, wodurch die Oberfläche stets wieder rein und metallisch erscheint, wenn man sie mit feinem Sand scheuert.

Die Legirungen des Platins mit den Metallen fallen je nach dem Mengenverhältniß sehr verschieden aus. So geben 2 Theile Platin und 1 Theil Gold ein bleiches sprödes Gemisch, während

man bei gleichen Theilen beider Metalle eine sehr dehnbare Legirung erhält, welche fast die Farbe des Goldes besitzt. Mit dem Silber schmilzt das Platin zu einer schwer schmelzbaren Mischung zusammen, welche durchaus nicht mehr die Geschmeidigkeit ihrer Bestandtheile zeigt. Mit Quecksilber giebt es unter Umständen ein butterähnliches zähes Amalgam, das mit der Zeit härter wird. Eine Legirung des Platins mit Kupfer ist hellroth und ungeschmeidig; dagegen macht $\frac{1}{26}$ Platin das Kupfer zu einem geschmeidigen Metall, welches sich in der feuchten Luft besser hält, als das reine Kupfer. Ein Gemisch aus 16 Theilen Kupfer, 1 Theil Zink und 7 Theilen Platin giebt ein dem Gold täuschend ähnliches Metallgemisch. Mit dem Arsen endlich geht das Platin ebenso leicht eine Verbindung ein, wie mit Phosphor; so braucht man nur den weißen Arsenik (arsenige Säure) auf weißglühendes Platin zu werfen, damit das Arsenikmetall (Arsen) und das Platin sofort zu einer metallischen Legirung zusammenfließen. In bedeutenden Hitzegraden verflüchtigt jedoch das Arsen aus dieser Legirung.

In neuerer Zeit ist das Platiniren namentlich von Glas-, Steingut- und Porzellangegenständen in Anwendung gekommen. Das Verfahren dazu ist ein sehr einfaches. Man braucht nur die betreffenden Gegenstände in eine verdünnte Chlorplatinlösung zu tauchen, dann trocknen zu lassen und nun über einer Alkoholflamme stark zu erhitzen, worauf die Gegenstände nach dem Poliren mit einem spiegelglänzenden Platinüberzug bedeckt erscheinen. Döbereiner empfiehlt hierzu eine Auflösung des Chlorplatins in Alkohol.

Von den in geringer Menge das rohe Platin begleitenden edlen Metallen: Iridium, Palladium, Rhodium, Osminium, welche man auch die Trabanten des Platins zu nennen pflegt, haben in neuerer Zeit besonders die drei ersteren eine technische Anwendung gefunden, deren Erörterung uns zu weit führen würde und mehr dem besonderen Studium des Praktikers angehört. Dem Platin in seinen Eigenschaften und seinem Verhalten am nächsten stehen das Iridium und Palladium; das letztere vermag sich beim Erwärmen in Salpetersäure aufzulösen und ist auch ohne die Anwesenheit von Platin in der Legirung mit Gold und zwar bei Tilkerode auf dem Harz gefunden worden. Das Rhodium ist selbst in Königswasser unlöslich; seine Auflösung

gelingt nur, wenn man es mit doppeltschwefelsaurem Kali zusammenschmilzt. Ebenso soll es seine Unlöslichkeit in Säuren auch auf Gold und Silber übertragen, wenn es mit diesen Metallen legirt worden ist. Was endlich das Osmium betrifft, so nähert es sich mehr dem Charakter der unedlen Metalle. Es oxydirt nämlich, sobald es beim Zutritt der Luft erhitzt wird, und verwandelt sich dabei sogar in eine Säure, die Osmiumsäure, welche bei stärkerer Erhitzung verflüchtigt und dabei einen chlorähnlichen giftigen Geruch verbreitet; dagegen ist bei Abschluß der Luft das Osmium selbst bei der stärksten Glühhitze unschmelzbar und ebenso unverflüchtbar.

Das Gold.

Es hat wohl kein Naturerzeugniß so viel Segen und zugleich so viel Unheil dem menschlichen Geschlecht bereitet, als das Gold. Von allen civilisirten Völkern seit den ältesten Zeiten ist das Gold wegen seiner Unzerstörbarkeit, Dehnbarkeit, Schwere und seines schönen Aussehens geehrt und mit Begierde gesucht worden, wobei es nicht ausbleiben konnte, daß zur Erlangung desselben der Mensch ebenso zu der wohlthätigsten Bethätigung seines Erfindungswitzes, wie auch andererseits zu der rohsten Entfaltung seiner eigennützigen Natur angespornt wurde. Es fragt sich in der That, ob ohne das Vorhandensein des Goldes irgend ein anderes Naturprodukt derartig auf die Kulturentwickelung des menschlichen Geschlechtes und gleichzeitig auf dessen Entartung so eingewirkt hätte, als es eben das Gold that?

Es ist wahrscheinlich, meint der französische Naturforscher Buffon, daß das Gold das erste Metall war, dessen sich die Menschen auf ihrer frühesten Kulturstufe bedient haben; bemerkenswerther durch seine Schwere, als irgend ein anderes Metall, und schmelzbarer, als das Kupfer und das Eisen, wird es bald erkannt, geschmolzen und bearbeitet worden sein. Man kann die Peruaner und Mexikaner als Beweis anführen, deren Gefäße und Werkzeuge aus Gold bestanden, und die nur wenig Kupfer und Eisen besaßen, obwohl diese Metalle in ihrem Lande im Ueberflusse sind; ihre Künste wurden, so zu sagen, nur aus dem Groben gearbeitet, weil

sie sich selbst noch in den Kinderjahren der Menschheit befanden. Der Mensch hatte noch nicht den Schooß der Erde aufgewühlt, als die Erorberer der neuen Welt ihre Bewohner nöthigte, sie in allen ihren Theilen durch unermeßliche Arbeiten aufzugraben, und so haben die Spanier und Portugiesen in weniger als einem Jahrhundert, unter Hinopferung von mehreren Millionen Menschenleben, mehr Gold aus Mexiko, Peru und Brasilien gezogen, als die Eingeborenen des Landes seit der ersten Zeit seiner Bevölkerung eingesammelt hatten. China dagegen ist noch reichlich mit Goldminen versehen; mehrere chinesische Kaiser verboten die Ausziehung der Erze im ganzen Bereiche ihrer Herrschaft; diese Verbote haben lange bestanden und wurden nur selten unterbrochen. Diese Vorschrift der chinesischen Kaiser war gewiß rühmenswerth. Da der Werth der Dinge mit ihrer Zunahme abnimmt, so war auch die Vermehrung des Goldes viel mehr ein Uebel, als eine Wohlthat. Vor der Entdeckung der neuen Welt gab es etwa 20 mal weniger Gold und Silber in Europa; aber die Lebensmittel kosteten 20 mal weniger. Was haben wir also mit diesen Millionen von Metall gewonnen? Die Last ihres Gewichtes.

Dieser Ausspruch eines der bedeutendsten Naturforscher des vorigen Jahrhunderts hat sich auch in unserer Zeit bei der Entdeckung des reichlichen Waschgoldes in Californien bewährt. Als im Frühjahr 1848 der Kapitän Sutter und sein Geschäftsfreund Marshall bei Anlegung einer Wassermühle am Flusse Americanos, in der Nähe von San Franzisco, in dem Ufersand eine reichliche Menge Goldschuppen und selbst größere Stückchen Gold entdeckt hatten, war es ihnen bei der Anwesenheit mehrerer Indianer nicht möglich, ein Geheimniß aus diesem Funde zu machen, und so hatte das Gerücht davon bald fast die ganze Bevölkerung von San Francisco und anderen Städten und Ortschaften nach der neuen Goldregion hingelockt. Gleichzeitig wurde auch Gold in mehreren anderen Flußbetten und in einigen Sturzbachbetten, welche während des Sommers auszutrocknen pflegen, sogar in Klumpen von der Größe einer Wallnuß gefunden, so daß schon der Gesammtbetrag des neuen californischen Goldes bis zum September 1848 auf mehr als 4 Millionen Dollars abgeschätzt werden konnte. In Folge dieser Billigkeit des Goldes konnte es nicht ausbleiben,

daß darnach nicht nur der Werth aller anderen Lebensbedürfnisse ins Unglaubliche stieg, sondern daß selbst auch alle verbrecherischen Leidenschaften der Goldsucher und Goldspekulanten sich zügellos geltend machten, um in möglichst kurzer Zeit die bedeutendsten Schätze zu sammeln.

Merkwürdiger Weise findet sich das Gold mehr in den heißen, als in den kälteren Zonen der Erde. Das meiste Gold wurde schon vor der Entdeckung des californischen Goldes als Waschgold gewonnen. Die aus den Gletschern und dem Schnee der Gebirge sich bildenden Sturzbäche lösen mit dem Kiesgemenge auch das in dem Granit und Basalt eingesprengte Gold ab, welches sich dann ebenso wie das Kiesgemenge in den Flußbetten ansammelt. Die Goldwäscherei in Californien wird meist auf die Weise ausgeführt, daß man eine Pfanne mit dem goldhaltigen Sande füllt und unter die Oberfläche des Wassers taucht, während man den Sand mit der Hand abspült; auch bei diesem einfachen Schlemmen bleibt reichlich Gold vermöge seiner Schwere auf der Pfanne zurück. Seltener wird das Gold durch Bergbau gewonnen; wenn die Goldadern in den festen Steinmassen eben nicht mächtig sind, so deckt ihre Bearbeitung in der Regel kaum die Kosten, welche das Durchbrechen der gewaltigen Steinmassen erfordert. In Europa ist es vorzugsweise das überhaupt an Erzen reiche Uralgebirge, wo das Gold bergmännisch gewonnen wird; ebenso befinden sich auch in Ungarn beträchtliche Goldgruben. Unter den Flüssen Europa's führt der Rhein Goldsand mit sich.

Das Gold erscheint in der Natur nur gediegen, bisweilen auch krystallisirt; außer den kleineren und größeren Körnchen bildet es auch oft beträchtliche Stücke, von denen selbst einige von 20 bis 25 Pfund gefunden werden. Man trifft es indessen nie ganz rein, sondern meist mit Silber und dann auch mit Kupfer und Eisen legirt an. Als das feinste oder vielmehr reinste Gold der Welt wird das afrikanische gepriesen; nach diesem zeichnet sich durch Reinheit das californische Gold aus, das etwa nur 10 Prozent Silber nebst einer äußerst geringen Menge Eisen enthält.

Um das rohe Gold von Silber und Kupfer zu trennen, braucht man es nur mit konzentrirter Schwefelsäure und zwar in einem eisernen Kessel zu kochen, da das Eisen von konzentrirter Schwefel-

säure nicht aufgelöst wird. Es bilden sich schwefelsaure Silber- und Kupfersalze und das Gold schlägt sich hierbei als ein braunes Pulver nieder, das dann zu einem Klumpen zusammengeschmolzen werden kann.

Salpetersäure löst nicht immer alles Silber auf, weil das Gold die Eigenthümlichkeit besitzt, das Silber vor der lösenden Kraft der Salpetersäure zu schützen, wenn dasselbe weniger als etwa 3 mal die Menge des Goldes in der Legirung übertrifft. Findet dieses Mengenverhältniß in der Legirung nicht statt, so muß sie mit so viel Silber zusammengeschmolzen werden, als zu jenem Verhältniß von ¼ Gold ¾ Silber erforderlich ist. Diese Scheidungsart, welche man auch Quartscheidung nennt, kommt mehr und mehr aus dem Gebrauch.

Auf der Unlöslichkeit des Goldes in Salpetersäure beruht die Goldprobe. Man reibt von dem zu untersuchenden Gold etwas auf dem sogenannten Probirstein, einem schwarzen Kieselsteine, ab und tröpfelt einen Tropfen Scheidewasser auf den gelben Goldstrich. Hat man es nun mit einem goldähnlichen Metall, etwa Tombak, zu thun, so löst die Salpetersäure die abgefärbten Metalltheilchen auf dem Probirstein vollständig auf; war das Gold stark silber- oder kupferhaltig, so wird der gelbe Strich bedeutend matter; bei reinem Gold bleibt er jedoch unangegriffen. Genauer fällt jedoch die Probe aus, wenn man mehrere Probirnadeln von verschiedenen Goldlegirungen besitzt, wo man dann den Strich des zu prüfenden Goldes mit den Strichen der Probirnadel zu vergleichen hat, um hier das Uebereinstimmende in dem Verhalten zur Salpetersäure zu finden.

Da das Gold im reinsten Zustande zu weich ist und sich in den verschiedenen Goldarbeiten bald abnutzen würde, so wird es in der Regel mit Kupfer oder auch mit Silber legirt, welche Metalle ihm neben einer größeren Härte auch mehr Schmelzbarkeit verleihen, ohne ihm viel von seiner Geschmeidigkeit zu rauben. Die Versetzung des Goldes mit Kupfer oder Silber heißt die Karatirung, indem der Grad der Legirung nach Karaten und Gränen ausgedrückt wird, welche anzeigen, wie viel feines Gold in der Mark des legirten Metalls enthalten ist. Unter 1 Mark versteht man 16 Loth; 1 Mark enthält aber 24 Karat

und 1 Karat 12 Grän. Enthält demnach das legirte Gold $^{3}/_{24}$ Kupfer und Silber, so heißt es 21karätiges Gold; ebenso besitzt auch ein 18karätiges Gold in einer Mark neben 18 Karat Gold 6 Karat Kupfer oder Silber. Man unterscheidet endlich eine weiße, rothe und gemischte Karatirung, je nachdem Silber, Kupfer oder diese beiden Metalle zugleich die Legirung mit Gold bilden; sobald es aber vom Golde heißt, es sei eine feine Mark, so ist es 24karätig, d. h. vollständig rein.

Es muß uns in Verwunderung setzen, wie das Gold bei seinem bedeutenden spezifischen Gewicht (= 19) dennoch im reinsten Zustande eine Weichheit besitzt, welche sich der des Bleies nähert. Dabei ist es eines der strengflüssigsten Metalle, indem es zum Schmelzen eine höhere Hitze als Kupfer oder Silber, und zwar eine beginnende Weißglühhitze (ungefähr 960 °R.) verlangt. Im Flusse zeigt es auf der Oberfläche eine grünliche Farbe. Eine Verflüchtung des schmelzenden Goldes hat man nur bemerkt, wenn es im Brennpunkt großer Brennspiegel oder vor der Sauerstoff-Wasserstoffflamme des Knallgasgebläses zum Fluß kam; alsdann wird nämlich eine silberne Scheibe, welche man einige Zoll über dem fließenden Golde hält, deutlich vergoldet. Was aber die außerordentliche Dehnbarkeit des Goldes betrifft, so haben wir nachträglich darüber noch zu bemerken, daß es zwar durch das fortgesetzte Dehnen und Hämmern im Ganzen spröder wird, doch durch das Glühen seine frühere Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit wieder erlangt, welche sich am deutlichsten darin kundgiebt, daß z. B. ein Gran Gold zu einem 500 Fuß langen Draht ausgezogen werden kann.

Ist das Gold stark mit Kupfer versetzt, so läuft es nicht selten an der Luft dunkel an und sieht schmutzig aus; dieser Schmutz rührt von einer Oxydation des Kupfers her und kann durch ein Abwaschen mit Aetzammoniakflüssigkeit, welche das Kupfer auflöst, vollständig entfernt werden.

Da man das Gold als den König der Metalle stets betrachtet hat, wie ihm auch im Alterthum noch der Name Sol (Sonne) beigelegt wurde, so nannte man auch sein einziges Lösungsmittel Königswasser. Dasselbe bereitet man am zweckmäßigsten durch eine allmälige Zusammenmischung von 2 Theilen Salzsäure und

1 Theil Salpetersäure. Es darf uns indessen nicht befremden, daß keine dieser Säuren für sich allein das Gold auflöst. Das Gold, wie auch das Platin, geht nämlich im Königswasser nur mit dem freiwerdenden Chlor eine Verbindung ein; dieses Chlor wird hier aber dadurch frei, daß ein Theil des Sauerstoffs aus der Salpetersäure sich mit dem Wasserstoff der Salzsäure zu Wasser verbindet, wobei aus der Salpetersäure die rauchende salpetrige Säure entsteht.

Um auf die einfachste Weise eine Goldauflösung zu bereiten, bringt man ungefähr 1 Theil reines, zu dünnem Blech ausgeschlagenes und in kleine Stücke zerschnittenes Gold in einen kleinen Glaskolben, worin sich 4 Theile Königswasser befinden, und erwärmt die Mischung so lange im heißen Wasser, bis das Gold völlig aufgelöst ist; bleibt noch etwas Gold zurück, so wird dieses ebenfalls durch einen geringen Zusatz von Salzsäure aufgelöst. War in dem Gold Silber enthalten, so bildet sich ein unlöslicher Niederschlag von Chlorsilber; deshalb kann man auch aus einem mit Silber legirten Gold noch eine reine Goldlösung gewinnen. Anders verhält es sich aber mit dem Kupfer; dieses bildet mit dem Chlor ebenso wie das Gold eine lösliche Verbindung, so daß zur Bereitung einer reinen Goldlösung ein kupferhaltiges Gold nicht gut verwendet werden kann. Wenn man diese Goldlösung erhalten hat, so trennt man sie von der überschüssigen Säure dadurch, daß man sie in einem Glas- oder Porzellanschälchen so weit abdampft, bis die gelbe Farbe der Lösung sich in eine dunkelrubinrothe verwandelt hat, worauf man dann das Verdunsten so lange bei einer geringeren Erwärmung fortsetzt, bis das Ganze zu einer dunkelrothen krystallinischen Masse geworden; diese Masse ist das Goldchlorid, das an der Luft sehr schnell Feuchtigkeit anzieht und von dem Licht, wie auch durch Erhitzung, leicht zersetzt wird.

Löst man das Goldchlorid in destillirtem Wasser unter Vermeidung der Lichteinwirkung auf, so besitzt man in dieser Auflösung ein Präparat, mit welchem man mehrere sehr interessante und technisch wichtige Experimente anstellen kann.

Zunächst bemerken wir, daß diese Auflösung sich ähnlich einer Auflösung von Platinchlorid verhält. Taucht man Glas, Por-

zellan, eine polirte Stahlklinge u. s. w. in die Gold- oder vielmehr Goldchloridlösung, und erhitzt den Gegenstand über einer Spiritusflamme, so verflüchtigt in dieser Hitze das Chlor und läßt auf der mit ihr angefeuchteten Fläche eine feine Goldschicht zurück. Die Vergoldung tritt aber auch ein, wenn man die angefeuchtete Fläche dem Sonnenlichte aussetzt; bei dieser Gelegenheit bilden sich aus dem Wasserstoff des Wassers und dem Chlor des Chlorgoldes Salzsäure, welche entweicht.

Mischt man eine sehr verdünnte Goldlösung mit einer klaren Auflösung von Eisenvitriol (schwefelsaurem Eisenoxydul), so färbt sich die Flüssigkeit blau und es scheidet sich darauf allmälig braunes metallisches Gold aus; ist die Goldchloridlösung nicht sehr verdünnt, so fällt sofort ein dunkelbrauner Niederschlag von metallischem Gold nieder. Setzt man jedoch der Goldlösung eine Auflösung von Zinnchlorür hinzu, dessen Darstellung wir bei dem Zinn kennen lernen werden, so nimmt die Flüssigkeit eine purpurrothe Farbe an und es scheidet sich der sogenannte Goldpurpur aus, welcher eine der schönsten Schmelzfarben für Glas- und Porzellanwaaren bildet und zum größten Theil aus Goldoxydul besteht. Dieses purpurrothe, oft auch violette Goldoxydul entsteht auch, wenn die thierische Haut, wie auch andere thierische Stoffe, mit Goldchloridlösung bestrichen und dann getrocknet werden. Endlich wissen wir aus einer früheren Unterhaltung, daß ein Zusatz von Aetzammoniakflüssigkeit aus der Goldchloridlösung das gefährliche Knallgold ausscheidet. Es bildet sich hier Goldoxyd, auch Goldsäure genannt, welche mit dem Ammoniak die erwähnte leicht explodirende Verbindung eingeht.

Wie wir Gegenstände durch Eintauchen in Goldchloridlösung und Erhitzen vergolden, so können wir uns auch aus einer solchen Lösung sehr leicht ein Vergoldungspulver bereiten, das sich vorzugsweise zum Vergolden von Silberarbeiten empfiehlt. Dieses Vergoldungspulver stellt man auf diese Weise dar, daß man in die Goldchloridlösung Fließpapier oder Leinwand taucht, dieselben dann austrocknen läßt und dann zu Zunder verbrennt. In demselben befindet sich metallisches Gold in einem äußerst fein zertheilten Zustande mit Kohle vermischt.

Wenn man mit einem weichen angefeuchteten Kork diesen Zun-

der auf blank polirtes Silber reibt, so vergoldet sich dieses allmälig und man hat nun auf diese Weise die kalte Vergoldung ausgeführt. Eine andere Art und zwar die nasse Vergoldung besteht darin, daß man Metallgegenstände mit einer verdünnten Goldchloridlösung kocht, gleichzeitig auch so viel von einer Lösung des doppeltkohlensauren Natrons zusetzt, als ein Aufbrausen stattfindet, damit das Chlor nicht mit den zu vergoldenden Metallen, sondern mit dem Natrium eine Verbindung eingehe. Bei der Quecksilbervergoldung wird das Gold in feinen Blättchen in Quecksilber aufgelöst, worauf man die zu vergoldenden Metallgegenstände mit diesem Amalgam bestreicht und nun erhitzt, wobei das Quecksilber verdunstet und das Gold in einer äußerst feinen Schicht zurückläßt. Wenn man indessen Eisenwaaren, welche Quecksilber nicht annehmen, dennoch mit Hülfe des Quecksilbers vergolden will, so überstreicht man die sorgfältig gereinigten und polirten Stellen des Eisens mit einer Kupfervitriollösung, trägt dann auf die so entstehende Kupferlage das Goldamalgam auf und verdampft durch Erhitzung das Quecksilber.

Einfacher und besser geht eine Eisen- oder Stahlvergoldung vor sich, wenn man eine Goldlösung in Königswasser mit einer doppelten Quantität Weingeistäther übergießt, dann nach einiger Zeit den goldhaltigen gefärbten Aether von der unteren schwereren Flüssigkeit abgießt und nun mit einem Pinsel diesen Aether auf die wohl gereinigte Eisen- oder Stahlwaare aufträgt, welche hiernach nur erwärmt und polirt zu werden braucht, um eine schöne Vergoldung zu erhalten; der Weingeistäther löst das Goldchlorid hierbei auf und läßt, indem er durch die Erhitzung mit dem Chlor entweicht, das metallische Gold zurück.

Was die in neuester Zeit so in Aufnahme gekommene galvanische Vergoldung betrifft, so haben wir darüber das Genügende schon bei unserer Unterhaltung über die Galvanoplastik kennen gelernt. Die Vergoldung mit Blattgold ist eine mehr mechanische als chemische Verrichtung. Das zu äußerst feinen Blättchen ausgehämmerte Gold (vergl. II, S. 205 u. 206) wird hierbei auf verschiedenfache Weise verwendet. So giebt es eine Art Eisen- und Stahlvergolduug, bei welcher man Blattgold auf das erhitzte Metall legt und es darauf mit Hülfe eines Polirstahls fest anreibt.

Legt man Goldblättchen auf Leder oder Papier und drückt sie mit einem erwärmten Stempel fest an, so bleiben die Goldtheilchen an der Stelle, wo der Druck auf sie wirkt, haften; besser ist es noch, wenn man die Stellen vorher mit einer schwachen Leimlösung überstreicht. So vergoldet der Buchbinder die Bücher-Einbände. Das Holz, welches mit Goldblättchen vergoldet werden soll, wird vorher ebenfalls mit Leimwasser oder irgend einem Firniß überzogen, ehe man das Blattgold aufträgt; dann aber drückt man dasselbe mit Baumwolle oder einer weichen Bürste an und polirt es mit einem glatten Stabe, die Stellen ausgenommen, welche matt bleiben sollen.

Auf einem ähnlichen Verfahren beruht die Bereitung des Goldpapiers. Man giebt der einen Seite des Papiers zuerst einen dünnen Ueberzug von einem Firniß, welcher aus feinem Gypspulver, Bolus, arabischem Gummi und Wasser zusammengesetzt zu sein pflegt; die Goldblättchen werden aber nicht eher aufgetragen und mit Baumwolle u. dgl. angedrückt, als bis der Ueberzug fast ganz trocken geworden ist. In der Regel pflegt man zu diesen Vergoldungen das unächte Blattgold aus Messing, Tombak u. s. w. zu verwenden. Ebenso verfährt man auch mit den echten und unechten Silberblättchen, um Versilberungen leicht auszuführen.

Das Silber.

Das Silber ist ebenso, wie das Gold, seit den ältesten Zeiten in Gebrauch gewesen und wurde von den alten Chemikern Diana oder Luna (Mond) genannt. Es findet sich, wie die anderen edlen Metalle, im gediegenen Zustande, wobei es häufig mit anderen Metallen, wie Gold, Kupfer, Arsen, Antimon u. s. w. legirt vorkommt. Weil das Silber sich aber auch schon dem Charakter der unedlen Metalle nähert, so trifft man es auch, und zwar am häufigsten, als Schwefelsilber, und dann auch, freilich seltener, als Chorlsilber (Hornsilber) an; als Schwefelsilber wird es in der Regel in dem Schwefelblei (Bleiglanz) gefunden, wobei jedoch ein Centner dieses Bleierzes selten mehr als 16 Loth Silber enthält. Die Gebirge Amerika's, ferner der Ural, die Karpathen und das Erzgebirge werden unter anderem auch auf Silber bergmännisch

ausgebeutet. Im gewöhnlichen Leben unterscheidet man die Gemenge des Schwefelsilbers mit Schwefelblei als Weißgültigerz, mit Schwefelkupfer als Schwarzgültigerz, mit Schwefelantimon als Rothglüherz, während es als Schwefelsilber allein Silberglanz und als Chlorsilber noch Silberhornerz genannt wird.

Es versteht sich von selbst, daß nach diesem verschiedenen Vorkommen des Silbers im vererzten Zustande auch seine Gewinnung eine sehr verschiedene ist. Meist werden die silberhaltigen Schwefelerze nach dem Rösten und nach der Reduktion (Entsauerstoffung) durch Kohle zuletzt auf die Weise behandelt, daß man die zurückbleibende Legirung mit Blei und anderen unedlen Metallen auf sogenannten Treibheerden zum Schmelzen bringt, wo sich die unedlen Metalle oxydiren und das durch keine Hitze oxydirbare edle Metall ausscheidet. Aus diesem Grunde wird auch das bei einer solchen Gelegenheit gewonnene Bleioxyd Silberglätte genannt, ohne daß es irgend wie in diesem Zustande etwas mit dem Silber gemein hat. Nach einem mehrere Male so wiederholten Schmelzen des Silbers und Abtreiben des Bleis und anderer unedler Metalle erscheint endlich das reine Silber mit seinem vollen schönen Glanz, welchen man den Silberblick nennt. Weil das Blei in erhöhteren Hitzegraden sich nicht allein leicht oxydirt, sondern auch zugleich sein Verlangen, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden, auf andere unedle Metalle überträgt, wird selbst das im Handel erscheinende mit Kupfer zersetzte Silber zur Reinigung oft mit Blei gemischt und geschmolzen. Die Oxydation des Bleis und der anderen unedlen Metalle wird indessen noch dadurch begünstigt, daß man durch Blasebälge beständig Luft auf die schmelzende Masse leitet und die sich auf der Oberfläche bildende zum Theil geschmolzene Schlacke von Oxyden wiederholt entfernt.

Enthalten die Silbererze wenig oder gar kein Blei, dagegen überwiegend Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt, Arsen, so wird das Silber aus diesen Erzen nach vielerlei anderen Verrichtungen durch Quecksilber ausgezogen, welches mit dem Silber leicht ein Amalgam bildet; aus diesem Amalgam erhält man aber endlich das Silber, wenn man das Amalgam einer Destillation unterwirft, wobei das überdestillirende Quecksilber in einer mit Wasser ge-

füllten Vorlage aufgefangen wird und das Silber zurückbleibt. Die Ausziehung des Silbers wie auch des Goldes aus Metallmischungen nennt man den Amalgamationsprozeß.

Das Silber ist unter allen weißen Metallen das weißeste und nimmt bekanntlich die schönste Politur an. Es kommt an Dehnbarkeit beinahe mit dem Golde überein, wie das zarte Blattsilber und der feine Silberdraht beweisen; ein Gran Silber kann zu einem 400 Fuß langen Faden ausgedehnt werden. Es ist zwar härter, als Gold, übertrifft aber an Weichheit bedeutend das Kupfer, durch dessen Zumischung es bekanntlich, wie das Gold, härter und klangvoller wird; dagegen besitzt es ein ungleich geringeres spezifisches Gewicht, als Gold, indem dasselbe nur 10 bis 10,5 beträgt, also weniger sogar, als das spezifische Gewicht des Quecksilbers, welches zwischen 13 und 14 liegt, d. h. 13 bis 14 mal schwerer als Wasser ist. Das Silber schmilzt ferner bei einem etwas niedrigeren Hitzegrad, als Gold und Kupfer, und zwar bei 800 °R., geräth aber bei einer noch mehrfach erhöhteren Hitze ins Kochen und verflüchtigt dabei in weißen Dämpfen, welche eine darüber gehaltene Goldplatte versilbern.

Obgleich das Silber bei keiner Temperatur Sauerstoff aufnimmt, sondern beim Schmelzen nur Sauerstoff einzusaugen scheint, den es sofort beim Erstarren wieder verflüchtigen läßt, was man, beiläufig bemerkt, das Spratzen des Silbers nennt, so wird es doch schon in der Kälte von der Salpetersäure oxydirt, worauf es sich dann mit der unzersetzten Salpetersäure zu dem leicht löslichen hellen salpetersauren Silberoxyd (Höllenstein) verbindet. Von der reinen Salzsäure wird es nicht leicht angegriffen, obgleich es doch mit dem Chlor eine Verbindung eingeht, um das unlösliche Chlor- oder Hornsilber zu bilden; dagegen wissen wir schon aus einer früheren Unterhaltung, wie leicht das Silber von Schwefelwasserstoff, dann von den sogenannten Schwefellebern (Schwefelkalium, Schwefelnatrium, Schwefelkalcium u. s. w.) und endlich von schwefelhaltigen organischen Stoffen angegriffen wird, indem sich dabei das schwarzbraune Schwefelsilber bildet.

Eine Auflösung des salpetersauren Silberoxyds ist das empfindlichste Reagenz auf Chlorsalze, indem es selbst den millionten Theil Kochsalz, welchen eine Flüssigkeit davon enthält, freilich durch

eine äußerst schwache weiße Trübung, anzuzeigen vermag. Während die Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) auf das metallische Silber nur sehr langsam einwirkt, verleugnet das Silber seine bedeutende Anziehungskraft zum Chlor doch keineswegs, wo es als ein Silbersalz im aufgelösten Zustande mit Salzsäure oder mit einem salzsauren Salze (Chlorsalz) in Berührung kommt, indem bei dieser Gelegenheit durch die doppelte Wahlverwandtschaft eine gegenseitige Zersetzung, d. h. ein Austausch der Säuren stattfindet; die Trübung der oben erwähnten Kochsalzlösung wird aber dadurch bewirkt, weil das sich bildende Chlorsilber eine völlig unlösliche Verbindung ist und schon mit der Kleinheit ihrer Theilchen, die für unsere Auffassung an das Nichts grenzt, noch den Durchgang der Lichtstrahlen durch eine klare Flüssigkeit zu hemmen im Stande ist, insofern die Lichtstrahlen eine vielleicht noch mehrere Millionen Mal feinere Materie bilden, als die Chlorsilbertheilchen in der erwähnten Verbindung.

Außer der hier angegebenen wundersamen Eigenschaft besitzt das salpetersaure Silberoxyd noch mehrere andere Eigenthümlichkeiten, durch welche dieses Salz in der chemischen Kunst, wie auch in der Medizin eine nicht unwichtige Anwendung gefunden hat. So ertheilt es der Haut und allen organischen Stoffen, welche mit seiner Auflösung bestrichen werden, unter Einfluß des Lichts eine schwarze Farbe; diese schwarze Farbe rührt von unendlich kleinen Silbertheilchen her, welche durch eine Zersetzung des Silbersalzes durch das Licht entstehen. Diese ausgeschiedenen Silbertheilchen können aber auch zuweilen von anderer Farbe erscheinen. So nimmt z. B. eine ganz reine Auflösung von arabischem Gummi, wenn man ihr einige Tropfen salpetersaurer Silberlösung zusetzt, nach einiger Zeit eine grüne Farbe an, während sie eine schöne rothe Farbe durchscheinen läßt. Wiederholt man denselben Versuch mit Zuckerwasser, anstatt mit Gummiwasser, so färbt sich die Flüssigkeit nicht und läßt ein schwärzliches Pulver von metallischem Silber fallen. Wird aber Zucker und das erwähnte Silbersalz als feines Pulver unter einander gemengt, so sieht man das trockne Gemenge bald feucht werden und eine rothe Farbe annehmen. Die durch das Silbersalz auf der Haut entstandenen schwarzen Flecke lassen sich durch Waschen mit einer starken Auflösung von Koch-

salz wegschaffen; aus den schwarzen Flecken entstehen hierbei weiße, und zwar durch das sich bildende Chlorsilber; diese aber lassen sich wieder durch Aetzammoniakflüssigkeit (Salmiak) entfernen, da das Ammoniak allein das Chlorsilber aufzulösen vermag. Wie organische Stoffe sich durch das lösliche Silbersalz schwärzen, so kann man endlich auch mit diesem Salz vielen mineralischen Körpern, z. B. dem Marmor und anderen Steinarten, eine schwarze Oberfläche ertheilen.

Die Zerstörung, welche das Licht auf alle Salze der edlen Metalle ausübt, können wir uns daraus erklären, daß bei der schwachen Anziehung zwischen dem Sauerstoff und diesen Metallen das Licht den Sauerstoff ebenso leicht freizumachen im Stande ist, wie es dieses z. B. beim Bleichen der organischen Farbstoffe thut; dann wissen wir aber auch von früher, wie sehr das Chlor unter der Einwirkuug des Sonnenlichtes darnach strebt, mit Wasserstoff eine Verbindung einzugehen. Deshalb kann es auch nicht unsere Verwunderung erregen, daß selbst auch die innige feste Verbindung des Chlorsilbers durch das Licht zersetzt und somit geschwärzt wird, während die Hitze eine solche Zersetzung des Chlorsilbers nicht herbeiführt. Eine ähnliche Zersetzung und Schwärzung erleiden das Jodsilber und das Bromsilber, weshalb auch Jod und Brom in der Daguerreotypie, wie wir gesehen haben, eine so bedeutende Rolle spielen.

Bleibt uns endlich noch eine wichtige Anwendung des salpetersauren Silberoxyds zu erwähnen übrig, so ist es seine ätzende Kraft; deshalb hat man es auch, geschmolzen und in kleine dünne Stangen ausgegossen, Aetzstein oder wunderlicher Weise Höllenstein genannt. Aetzend wirkt es dadurch, weil der Sauerstoff der Salpetersäure, wie auch des Silberoxyds, indem er sich so leicht aus seiner Verbindung in diesem Salze trennt, um innigere Verbindungen einzugehen, eine Art Verbrennung, freilich ohne Hitze, auf die Haut, das Fleisch u. s. w. ausübt.

Eine Verbindung von Silberoxyd und Ammoniak haben wir bereits als ein Knallsilber kennen gelernt; diese Verbindung beweist uns, daß das Silberoxyd ebenso wie das Goldoxyd die Rolle einer Säure der starken Base Ammoniak gegenüber spielt. Eigenthümlich ist die auflösende Kraft, welche eine Salmiakauf-

lösung auf das Silber auszuüben vermag; daher werden auch silberne Löffel von der bekannten Salmiakmixtur angegriffen. Bei der Auflösung des Silbers in einer Flüssigkeit, welche Salmiak enthält, wird durch das Chlor des Salmiaks (Chlorammonium) Chlorsilber gebildet, welches dann in der gleichzeitig entstehenden Ammoniakflüssigkeit aufgelöst bleibt.

Indessen werden silberne Löffel u. s. w. auch von Kochsalz mit der Zeit angegriffen. Ebenso werden Geräthe aus reinem, wie auch aus kupferigem Silber allmälig matt und dunkel, wenn sie an Orten aufbewahrt werden, wo mehr oder weniger schwefelhaltige Ausdünstungen vorhanden sind; solche Geräthe kann man indessen leicht mit Ruß und Essig reinigen.

Wie dem Golde, so ertheilt auch das Kupfer dem Silber eine größere Härte, ohne daß das Silber dadurch viel von seiner Geschmeidigkeit verliert. Die Legirung des Silbers mit Kupfer, gewöhnlich Arbeitssilber genannt, wird nach der Anzahl der Lothe feinem Silber abgeschätzt, die in 16 Loth des legirten Silbers enthalten sind. So heißt das Silber 14löthiges, wenn in 16 Loth Arbeitssilber sich 14 Loth feines Silber und 2 Loth Kupfer befinden, während man ganz reines Silber 16löthiges nennt. Zur gewöhnlichen Prüfung des Silbers bedient man sich der Probirnadeln und des Probirsteins. Die Probirnadeln werden aus Silber und Kupfer gemacht und enthalten 16- bis 1löthiges Silber; der Probirstein ist, wie schon bei der Prüfung des Goldes angeführt, ein schwarzer Kieselstein, welchen man, noch beiläufig bemerkt, schwarzen Tropfstein nennt. Auf diesen Stein streicht man mit dem Silber, welches geprüft werden soll, so daß man einen kleinen metallischen Strich bekommt; neben diesem macht man nachher Striche mit den Probirnadeln, welche dem Silber an Löthigkeit zunächst zu liegen scheinen, und vergleicht nun den Strich der Probirnadeln mit dem des zu prüfenden Silbers, um nach der Uebereinstimmung der Farbe dieses Silbers mit der Farbe der einen oder anderen Probirnadel auf seinen Kupfergehalt zu schließen. Je mehr Kupfer das Silber enthält, desto weniger weiß ist seine Farbe und desto mehr nähert es sich einem röthlichen Schimmer.

Mit dem Quecksilber geht das Silber sehr leicht eine Mischung

oder Legirung ein. Auf der Eigenschaft des Silbers, mit Quecksilber leicht ein Amalgam zu bilden, beruht das interessante Experiment, einen Silberbaum darzustellen. Man löst in einer beliebigen Menge Salpetersäure so viel Silber auf, als davon eben aufgelöst werden kann, verdünnt die Auflösung mit der 20fachen Menge Wasser und gießt nun diese Flüssigkeit in ein hohes cylinderisches Glas, in welchem sich Quecksilber, und zwar in der doppelten Menge des aufgelösten Silbers, befindet. Da das Quecksilber eine größere Begierde als das Silber besitzt, ein salpetersaures Salz zu bilden, so verdrängt es allmälig das Silber aus dessen Verbindung mit der Salpetersäure; das Silber scheidet sich aus, mischt sich zu einem Amalgam mit dem Ueberschuß des Quecksilbers und bildet nun eine Aneinanderlagerung der einzelnen Theilchen, die zuletzt das Ansehen eines strauchähnlichen Gewächses erhalten. Es kommt indessen hierbei alles darauf an, daß die angewandten Materialien gehörig rein sind, daß ferner die Silberauflösung vollständig gesättigt und gut mit destillirtem Wasser verdünnt sei und daß endlich das Ganze ruhig stehe und durchaus nicht erschüttert werde.

Mit Arsenik giebt das Silber, als Arsensilber, eine sehr innige Legirung, so daß bei dem strengsten Feuer nicht alles Arsen aus ihm entfernt werden kann. Silber und Antimon geben eine spröde Metallmasse, die durch Schmelzung unter dem Zutritt der Luft leicht zersetzt wird, während das Antimon zum weißen Oxyd verbrennt, welches als ein weißer Rauch verflüchtigt; diese Verbindung kommt nicht selten in der Natur vor und wird Antimonsilber genannt. Zinn und ebenso auch Zink geben mit Silber eine spröde Legirung; schon eine geringe Menge Zinn ist hinreichend, um die Geschmeidigkeit des Silbers zu zerstören. Silber und Eisen schmelzen leicht zusammen und sie können nicht durch Abtreibung, d. h. Schmelzen, mit Blei, getrennt werden; dieses geschieht aber durch eine Schmelzung mit Borax und Salpeter Das Silber und das Blei schmelzen bei einer niedrigeren Temperatur, als das Silber allein, zusammen. Das Gemenge ist geschmeidig und wird durch Glühen zersetzt, indem sich das Blei oxydirt und auf der Oberfläche der schmelzenden Masse, wie wir

schon erwähnt haben, als sogenannte Blei- oder Silberglätte abscheidet, welche in den höheren Hitzegraden flüssig erscheint.

Weiter verfolgen wir die verschiedenen Legirungen des Silbers nicht, da ihre Aufzählung und nähere Beschreibung, wie überhaupt eine umständliche für die Praxis wichtige Berücksichtigung aller Metallegirungen für sich allein schon den Inhalt eines Buches füllen würden. Was ferner die Versilberung von metallischen und nichtmetallischen Gegenständen betrifft, so verfährt man hier in einer ähnlichen Weise, wie beim Vergolden, wobei man zur Auflösung des Silbers natürlich kein Königswasser braucht, da durch dieses sich das unlösliche Chlorsilber bilden würde, sondern reine Salpetersäure. Zum Schluß unserer Unterhaltung über das Silber mag uns indessen noch Folgendes interessiren.

Man bewundert oft an einzelnen Silbergeräthen eine schwarze Gravirung, welche der Waare das Ansehen von schönen schwarzen Kupferstichen geben. Diese schwarze Zeichnung wird in der Gravirung des Silbers dadurch hervorgerufen, daß man dieselbe mit einem schwarzen Email einreibt und dann durch eine starke Erhitzung einschmilzt. Zur Darstellung dieses Emails aber schmilzt man etwa 1 Theil Silber mit 5 Theilen Kupfer, 7 Theilen Blei, 3 Theilen Salmiak und 24 Theilen Schwefel zusammen.

Wenngleich endlich im Neusilber oder Argentan keine Spur von Kupfer enthalten ist, so stimmt doch diese Legirung aus Kupfer, Zink und Nickel durch ihr Ansehen und selbst durch eine gewisse Unzerstörbarkeit (vergl. I, S. 484) durch schwächere Säuren so sehr mit dem echten Silber überein, daß wir dem Neusilber am angemessensten hier eine Berücksichtigung schenken. Dem Silber am ähnlichsten ist die Komposition aus 1 Theil Nickel, 3 Theilen Kupfer und 1 Theil Zink. Blauer und viel härter, aber dem Anlaufen weniger ausgesetzt, ist die Legirung aus 25 Th. Nickel, 50 Theilen Kupfer und 24 Theilen Zink. Bei diesen Neusilberlegirungen, wie überhaupt bei jeder guten Metallmischung, kommt es ganz besonders auf die Reinheit der einzelnen Metalle an, d. h. sie dürfen weder mit anderen nicht zur Legirung gehörenden Metallen, noch mit irgend welchen nichtmetallischen Stoffen verbunden oder untermischt sein. Eine besondere Art Neusilber ist unter dem

Namen Packfong bekannt; sie wird besonders zu Schnallen, Knöpfen und allen Beschlägen verwendet.

Das Quecksilber.

Das Quecksilber ist das letzte Metall in der Reihe der edlen Metalle; diesen schließt es sich aber an, theils durch seine bedeutende Schwere, da sein spezifisches Gewicht = 13,5, also noch mehr, als das des Silbers beträgt, theils verhält es sich auch als ein edles Metall, weil es weder von der feuchten Luft, noch selbst von vielen Säuren angegriffen wird, was z. B. bei dem Kupfer und bei dem Eisen in einem nicht unbedeutenden Grade geschieht. Das Merkwürdigste bei diesem Metall ist aber sein flüssiger Zustand und seine Verflüchtbarkeit bei der gewöhnlichen Temperatur, so daß die alten Chemiker es nur für ein Halbmetall erklärten und ihm außer dem auf seine lebhafte Bewegung hinweisenden Namen Mercurius vivus (lebendiger Mercur) noch die Benennung Hydrargyrum (Wasserſilber) gaben.

Wie die neuere Chemie das Wesen der Metalle auffaßt, so stehen die Flüssigkeit und die Verflüchtbarkeit des Quecksilbers mit der metallischen Natur durchaus in keinem Widerspruch; diese Eigenschaft beweisen uns seine überaus leichte Schmelzbarkeit, welche schon bei einer Temperatur von 32 °R. unter dem Gefrierpunkt des Wassers eintritt, also bei einer für uns schon außerordentlichen Kälte, welche indessen im Vergleich zu jenen Kältegraden, in denen z. B. der reine Alkohol und die Kohlensäure erstarrt, schon als merklich heiß bezeichnet werden müßte. Was ist überhaupt kalt und warm? Ein Hitzegrad, bei der das Blei zum Schmelzen kommt, ist im Vergleich zu der Schmelzhitze des Platina's ungleich kälter, als das kochende Wasser zu einem Stück Eis, und so muß wiederum ein Stück Eis einem Stück festen Quecksilber gegenüber, welches in einem etwas tieferen Kältegrad, als 32 °R., selbst hämmerbar ist, als ein bedeutend warmer Körper erscheinen. Wir werden über die richtige Auffassung von Wärme und Kälte noch mehr in der Physik zu sprechen haben, wo wir mit der Wärmemessungskunst zugleich auch dahin gelangen, in dem Quecksilber nichts anderes, als ein Metall im geschmolzenen Zustande zu er-

blicken, wenngleich auch unsere Hand an diesem geschmolzenen Metall unter Umständen eine bedeutende Kälte zu empfinden vermag; jetzt aber gehen wir auf eine weitere Bekanntschaft mit dem Quecksilber ein.

Das Quecksilber wird theils im gediegenen Zustande, theils aber auch mit Schwefel vererzt, als Zinnober, gefunden; seltener erscheint es in Verbindung mit einem Schwefelkohlenstoff, im sogenannten Quecksilberlebererz, und in Verbindung mit Chlor, als Quecksilberchlorür (Calomel) im Quecksilberhornerz. Diese Quecksilbererze, wie auch das gediegene Metall, finden sich in Thon- und Kalklagern eingemengt; besonders reich an solchen Quecksilbergruben aber sind die Berggegenden bei Friaul in Istrien, bei Idria in Krain und bei Almada in Spanien.

Das Quecksilber wird meist aus dem natürlichen Zinnober auf die Weise gewonnen, daß man dieses Erz, mit Kalk oder Hammerschlag gemengt, in eisernen Retorten der Destillation unterwirft; der Kalk und der Hammerschlag (ein oxydirtes Eisen) nehmen hierbei den Schwefel auf und das Quecksilber geht in die Vorlage über. Auch wird das gediegene Metall durch ein Rösten des Zinnobers dargestellt, indem beim Verbrennen des Schwefels im Zinnober das Quecksilber sich in Dämpfe verwandelt und in eigenen Vorrichtungen aufgefangen wird. Die Hitze, bei der das Quecksilber in Dampfform auftreibt, beträgt etwa 285 °R.

Das im Handel erscheinende Quecksilber ist meist mit Blei, Zinn, Wismuth vermengt, und die Menge dieser Zumischungen beträgt ¼ der ganzen Masse. Diese Verunreinigung läßt sich schon erkennen an dem matten Glanz und an einer gewissen Zähflüssigkeit des Quecksilbers; eine Reinigung desselben kann hier aber am zweckmäßigsten nur durch eine Destillation stattfinden, wo die meisten metallischen Beimischungen wegen ihrer ungleich schwereren Verflüchtbarkeit in der Retorte zurückbleiben. Ist dagegen das Quecksilber nur mechanisch durch Staub und andere Schmutztheilchen verunreinigt, so kann man es dadurch leicht reinigen, daß man es durch recht dichte, doppelt gelegte Leinwand, oder noch besser durch Handschuhleder preßt; das Quecksilber dringt im letzteren Fall durch die Poren des Leders mit Zurücklassung alles Schmutzes.

Das Quecksilber ist ein guter Wärmeleiter; daß es sich so kalt anfühlen läßt, beruht eben auf der schnellen Entziehung von Wärme, die es auf die blutwarme Hand ausübt. Die Wärmeanziehung findet aber beim festen oder erstarrten Quecksilber in dem hohen Grade statt, daß dasselbe beim Anfühlen eine ähnlich verletzende Wirkung äußert, wie glühendes Eisen. Durch die Wärme wird ferner das Quecksilber stärker ausgedehnt, als irgend eines der anderen Metalle, wobei die Ausdehnung ganz gleichmäßig bis zu 288 °R., dem Siedepunkt des Quecksilbers, erfolgt. Diese Eigenschaft des Quecksilbers macht dasselbe, wie wir es in der Physik bei der Besprechung der Thermometer sehen werden, ganz geeignet zur Wärmemessung. Freilich darf diese Erhitzung nicht in der Berührung mit der Luft stattfinden. Das Quecksilber hat nämlich auch die Eigenthümlichkeit, an der Luft durch höhere Hitzegrade zu oxydiren, d. h. sich in rothes Quecksilberoxyd zu verwandeln. Diese Oxydation des Quecksilbers geht zwar langsam vor sich, dauert aber so lange fort, bis die Hitze sich seinem Siedepunkt nähert, wo es dann wieder den aufgenommenen Sauerstoff freigiebt, wie wir es bei den Sauerstoffdarstellungen kennen gelernt haben. Außerdem versteht es sich von selbst, daß auch die Verflüchtigung des Quecksilbers mit der Steigerung der Hitze zunimmt. ganz so wie es beim Wasser bei dessen zunehmender Erwärmung geschieht.

Was das Verhalten des Quecksilbers gegen Säuren betrifft, so ist es vorzugsweise die Salpetersäure, welche das Quecksilber auflöst und es so in ein Salz, nämlich in salpetersaures Quecksilberoxydul oder, beim Ueberschuß von Säure, in salpetersaures Quecksilberoxyd, verwandelt. In Schwefelsäure löst sich das Quecksilber zu schwefelsaurem Quecksilberoxyd nur dann genügend auf, wenn es mit konzentrirter Schwefelsäure gekocht wird. Dagegen wird das Quecksilber selbst in der Hitze nicht von Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) angegriffen, obgleich das Quecksilber zum Chlor keine geringe Anziehung besitzt und mit ihm, wie wir es schon II, S. 306 gesehen haben, zwei sich wesentlich von einander unterscheidende Chlorsalze giebt. Wird das salpetersaure Quecksilberoxyd, welches sich nach dem Abdampfen der Quecksilberlösung krystallinisch ausscheidet, in einem Probirgläschen

über einer Spiritusflamme so lange erhitzt, bis keine Dämpfe mehr, und zwar von zersetzter Salpetersäure, fortgehen, so bleibt das Queckſilberoxyd zurück, das merkwürdiger Weise hier in der Hitze noch schwarz aussieht und erst beim Erkalten roth wird.

Die Giftigkeit des Queckſilbers, möge dasselbe in seinem metallischen Zustande oder als Salz in den lebenden Körper kommen, ist allgemein bekannt; nicht immer setzt aber das große Publikum eine Verflüchtiguug des Queckſilbers voraus, weshalb es noch so häufig vorkommt, daß man beim Zerschlagen von Thermometern oder Barometern das auf der Diele zerstreute Queckſilber nicht sorgsam wieder auffammelt, um eine Queckſilbervergiftung der Atmosphäre zu verhüten. Welche oft traurige Wirkungen das Einathmen von einer queckſilberhaltigen Atmosphäre zur Folge hat, erfahren leider nur zu oft Spiegelmacher und diejenigen Vergolder, welche zu Vergoldungen und Verſilberungen sich der Gold- und Silberamalgame bedienen. Außer Speichelfluß, losen Zähnen und manchen anderen Uebeln stellt sich auch bei ihnen oft eine fast unheilbare Schwäche des ganzen Muskelsyſtems neben einem fortdauernden Gliederzittern ein. Selbst aber auch beim häufigen Anfassen des Queckſilbers können diese Symptome einer langsamen Queckſilbervergiftung eintreten, indem dieses Metall in seinen feinsten Theilchen durch die Poren der Haut in den Körper dringt. Daher sollte man in allen Werkstätten, wo man es namentlich mit dem Vergolden u. s. w. zu thun hat, den Queckſilberdunst nicht allein durch starke Luftzüge aus den Arbeitsräumen entfernen, sondern diesen Dunst nach Möglichkeit nach nassen, weitlöcherigen Waschschwämmen treiben, damit auch nicht die Atmosphäre außerhalb der Werkstätte vergiftet werde; jedenfalls würde die erwähnte Vorsichtsmaßregel für den Werkmeister noch sehr lohnend ausfallen, indem der Queckſilberdunst, z. B. in eine hohe Schicht von Waschschwämmen etwa durch einen Blasebalg hineingeleitet, sich daselbst wieder zu fließendem Queckſilber verdichten wurde und dann aufs neue in Anwendung gebracht werden könnte.

Nach diesen Erörterungen bleibt uns nun noch einiges sehr Wichtige über die Amalgamation und über die Spiegelfabrikation zu erwähnen übrig. Zunächst haben wir schon mehrfach gesehen, daß man eine Verbindung des Queckſilbers mit anderen Metallen

durch den Namen Amalgam von den anderen Legirungen unterscheidet; ebenso pflegt man auch das Auflösen eines Metalls in Quecksilber nur ein Amalgamiren oder ein Verquicken zu nennen. Eine solche Amalgamation kann man sich auf die Weise sehr leicht bereiten, daß man z. B. Gold, Silber, Kupfer in fein zertheiltem, etwa gefeiltem Zustande mit dem Quecksilber in einem Mörser reibt, oder, noch besser, in einer Flasche schüttelt, bis die Auflösung erfolgt ist, oder daß man das feste Metall zum Schmelzen bringt und ihm dann das Quecksilber zumischt; das letztere Verfahren ist freilich wegen der leichteren Verdunstung eines Theiles Quecksilber weniger empfehlenswerth.

Diese Amalgame sind, wie schon angedeutet, wahre Auflösungen der festen Metalle in dem flüssigen; beträgt in ihnen das Quecksilber nach Verhältniß des anderen Metalls nur wenig, so ist das Amalgam fest, spröde und zerreiblich, im entgegengesetzten Fall kann, wie wir es schon bei dem mit anderen Metallen verunreinigten käuflichen Quecksilber sehen, ein solches Amalgam vollständig flüssig sein. Wenn die Verbindung in der Wärme stattfand und die Mischung langsam erkaltete, erscheint manches Amalgam auch krystallinisch. Ein breiartiges Amalgam wird auch Quickbrei genannt, von welchem durch Auspressen noch ein flüssiges Amalgam getrennt werden kann. Das sogenannte Knopfpulver, zum Weißputzen der Knöpfe, ist ein Amalgam, das aus 2 Theilen Zinn und 3 Theilen Quecksilber besteht und zugleich mit etwa 16 Theilen Kreide vermischt ist.

Nach dieser Betrachtung der Amalgame wird hier eine kurze Unterhaltung über die Spiegelfabrikation nicht am unrechten Orte sein. Jedes polirte Metall ist ein Spiegel; solche Metallspiegel wurden schon in den ältesten Zeiten gebraucht. Ebenso bildet jede Glastafel mit einer undurchsichtigen Unterlage einen Glasspiegel. Unsere jetzigen Glasspiegel aber, mit einem Belege von Zinn und Quecksilber, dem sogenannten Zinnamalgam, sind erst vor ein Paar hundert Jahren erfunden worden. Bei den Glasspiegeln macht begreiflicher Weise nur die hintere Belegung den Körper aus, welcher die Lichtstrahlen zurückwirft.

Die besten Spiegel sind solche, zu welchen die Glastafeln gegossen werden; freilich sind diese gegossenen Glastafeln auch un-

gleich theurer, als die durch die Glasbläserei bereiteten. Diese Glastafeln werden noch besonders geschliffen und polirt, was durch feinen geschlemmten Sand, Bolus, Zinnasche u. dergl., geschieht. Hierauf erfolgt nun das Belegen oder Foliiren der Glastafel; zu diesem Belege nimmt man Stanniol oder Zinnfolie, d. h. ganz dünn gehämmertes und gewalztes reines Zinnblech, wie man es aus den Stanniolfabriken erhält. Von dieser Zinnfolie wird mit der Scheere, wie wenn es Papier wäre, nur so viel abgeschnitten, als die Größe der Glastafel beträgt; dann breitet man diese Folie auf einem ganz ebenen horizontalen Tische aus, der rings herum einen Rand hat, gießt nun an verschiedenen Stellen Queckfilber auf die Stanniolfläche und reibt dieses mit einem weichen Körper, z. B. mit einem Stück Pelz, an allen Stellen so aus, daß das Zinn davon überall benetzt wird; ist dieses geschehen, so gießt man noch mehr Queckfilber darauf, damit das Zinn überall reichlich davon bedeckt wird. Nun legt man mit aller Vorsicht die sorgfältig von Staub und Feuchtigkeit gereinigte Glastafel auf die Queckfilberfläche, und sodann auf diese Glastafel mehrere Stein- oder Eisenplatten, welche mit Filz oder weichem Wollenzeug überzogen sind, damit diese Platten die Glastafel gehörig auf dem nunmehr entstandenen Zinnamalgam niederdrücken. In diesem Zustande läßt man die Glastafel einen Tag lang liegen, während welcher Zeit das Amalgam sich überall genau und fest an die Glastafel anlegt und zugleich erhärtet. Ehe man nun den Spiegel von dem Tisch nimmt, schraubt man diesen auf der einen Seite in die Höhe, damit das überflüssige Queckfilber ablaufe, welches man hernach, um es wieder gebrauchen zu können, durch Destillation von dem Zinn befreit.

Der Spiegel würde in der Zurückwerfung der Lichtstrahlen desto vollkommener sein, je dünner die Glastafel ist. Damit aber der Spiegel, besonders der große Spiegel, nicht so leicht zerbreche, so muß die Glastafel doch eine gewisse Dicke haben. Strahlen, die von den sich abspiegelnden Gegenständen in den Spiegel fallen, müssen durch die ganze Dicke des Glases bis zur Belegung dringen, denn erst von dieser werden sie, wie schon bemerkt, zurückgeworfen. Nun ist aber das Glas nie so rein, daß nicht noch undurchsichtige, wenngleich durch unser Auge noch nicht wahrnehm-

bare Punkte in dem Glase wären, welche die einfallenden Strahlen aufhalten und schon zurückwerfen, ehe sie an die Belegung kommen konnten; ebenso treffen die von dem blanken Zinnamalgam zurückgeworfenen Strahlen auf ihrem Wege durch das Glas oft auf ähnliche undurchsichtige Punkte, die sie aufhalten und zum zweiten Male auf die Belegung hinwerfen. So können dann manche Strahlen eine zweimalige, ja noch öftere Zurückwerfung erleiden, und das giebt doppelte, dreifache oder mehrfache Spiegelbilder, welche man besonders dann wahrnimmt, wenn man schräg in den Spiegel sieht. Da hierbei manche Strahlen für das Hauptbild verloren gehen, so kann dieses auch nicht so hell erscheinen, als der Gegenstand selbst, und um so weniger hell, je mehr Strahlen verloren gehen.

Insofern wir nicht selten die Veranlassung haben, über den Werth der Metall- und der Glasspiegel ein Urtheil zu fällen, so kann die vorhergegangene Erörterung, wie wir sie Poppe's ausführlicher Gewerbslehre entnommen haben, nicht ohne Interesse für uns sein. Jedenfalls werden die vollständig ebenen, glatten Metallspiegel, welche man in neuerer Zeit auch aus Neusilber darstellt, den Vorzug vor den besten Glasspiegeln behaupten; eine vollständige Zurückwerfung der Lichtstrahlen findet bei den Metallspiegeln nur deshalb statt, weil die Metalle überhaupt zu den undurchsichtigen Körpern, also zu denen gehören, welche keinen Lichtstrahl durch ihre innere Atomenaneinanderlagerung den Durchgang gestatten, ja überhaupt die Lichtstrahlen nicht in sich aufnehmen, was die schwarzen Körper thun, wodurch diese eben schwarz, d. h. nächtlich, ohne eine Widerstrahlung des Lichtes oder wenigstens mit einer äußerst geringen Widerstrahlung, erscheinen.

48.

Die unedlen Metalle.

Nachdem wir im Anfange des vorigen Kapitels den Unterschied der edlen und unedlen Metalle gebührend gewürdigt haben, brauchen wir nur weniges noch über den spezielleren Charakter der

unedlen Metalle anzuführen. Zugleich haben wir bei unseren einzelnen Erklärungen über das Platin, Gold, Silber und Quecksilber auch mehrere besondere Eigenthümlichkeiten derjenigen Metalle kennen gelernt, zu deren näheren Bekanntschaft wir jetzt übergehen. Wie hätte das aber auch anders sein können? Die Beschäftigung mit einem chemischen Gegenstande, wie überhaupt jede einzelne Naturbetrachtung, kann nur dann befriedigend ausfallen, wenn man dabei zugleich die wichtigsten anderen Dinge in Erwägung zieht, mit denen es der Gegenstand unserer Beschäftigung mehr oder weniger zu thun hat. So wäre eine Unterhaltung über das Gold und Silber, ohne eine theilweise Berücksichtigung des Quecksilbers, des Kupfers und einiger anderer Metalle eine nur sehr mangelhafte gewesen; ebenso kann uns aber auch manches, was wir uns über die Eigenschaften des Platins merkten, nicht wenig zum einfachsten Verständniß des Goldes und Silbers zu gut. In einer ähnlichen Weise werden wir auch in unserer folgenden Unterhaltung mehr und mehr auf den Unterschied und die besonderen wichtigen Eigenschaften der sogenannten unedlen Metalle eingehen können, ohne daß wir sie alle einzeln ausführlich zu besprechen brauchen.

Der allgemeine Charakter der unedlen Metalle besteht, wie wir es schon mehrfach angedeutet haben, darin, daß dieselben ungleich leichter unter der Einwirkung von feuchter Luft und von Säuren und Alkalien und Salzen eine Veränderung ihrer rein metallischen Natur erleiden, und zwar oxydirt werden, weshalb denn auch fast alle von ihnen, neben einer Vererzung mit Schwefel, in einem noch durch Sauerstoff vererzten Zustand erscheinen, dagegen im gediegenen Zustande, mit wenigen Ausnahmen, z. B. des Kupfers und Wismuths, nicht vorkommen. Ein zweites Merkmal der unedlen Metalle zeigt sich darin, daß sie verhältnißmäßig leichter, d. h. ein geringeres spezifisches Gewicht, als die edlen Metalle besitzen, mit etwaigen Ausnahmen des Blei's, dessen spezifisches Gewicht (= 11,5) das des Silbers (= 10,5) übertrifft.

Es versteht sich von selbst, daß auch die unedlen Metalle in mehreren Gruppen aufgefaßt werden können, wenn man sie nach ihren übereinstimmenden Eigenschaften ordnet. So können z. B. Kupfer, Wismuth, Blei als diejenigen unedlen Metalle unterschie-

den werden, welche das Wasser bei Anwesenheit einer Säure nicht zersetzen, d. h. Wasserstoff aus dem Wasser entwickeln, indem sie sich mit dessen Sauerstoff verbinden, eine Eigenschaft, durch welche sich Eisen, Zink, Zinn, Kobalt auszeichnen und daher eine andere Gruppe bilden. Außerdem machen sich mehrere andere unedle Metalle dadurch bemerkbar, daß sie sich mit viel Sauerstoff verbinden können und dabei vollständige Säuren bilden, wie Chrom, Antimon und Arsen. Von diesen Gruppen unterscheiden sich aber ganz besonders die Gruppe der leichten Metalle, welche wir in ihren Oxyden, und zwar als Alkalien, alkalische Erden und Erden, bereits kennen gelernt haben. Halten wir uns jedoch nicht weiter bei einer Gruppenunterscheidung auf, da es bei den praktischen Künsten vorzugsweise darauf ankommt, die Naturdinge, mit denen wir es speziell zu thun haben, auch speziell näher ins Auge zu fassen, um sie gehörig beherrschen zu können.

Kupfer.

Das Kupfer schließt sich schon insofern den edlen Metallen an, daß es auch nicht selten im gediegenen Zustande in den Bergwerken gefunden wird; so erscheint das gediegene Kupfer in den reichen Kupfergruben Nordamerika's und Sibiriens in nicht geringer Menge. Am meisten findet man es jedoch mit Schwefel und dann mit Sauerstoff verbunden.

Das Kupfer scheint von den ältesten Völkern früher als das Eisen verarbeitet worden zu sein. So hat man kupferne Waffen und schneidende Werkzeuge gefunden, welche den alten Griechen angehörten. Die Insel Cypern ist reich an Kupfergruben, weshalb auch das Kupfer nach ihr den Namen Cyprium, Cuprum erhalten hat, woraus dann später das deutsche Wort „Kupfer" entstanden ist.

Die bekanntesten Erze des Kupfers sind der Kupferkies, welcher aus Schwefelkupfer und Schwefeleisen besteht, der Kupferglanz, ein reines Schwefelkupfer, der Malachit von grüner, und die Kupferlasur von blauer Farbe, welche beide kohlensaures Kupferoxyd sind, und das Rothkupfererz, Berggrün, Kupferblau u. s. w., die zum größten Theil aus blos oxydirtem

Kupfer bestehen; außerdem unterscheidet man noch ein natürliches Chlorkupfer als Salzkupfererz, und dann die arsenhaltigen Kupfersalze: Kupferglimmer, Linsenerz und Olivenerz.

Bei der Gewinnung des Kupfers aus diesen Erzen finden mehrfache Vorgänge statt, von welchen wir das Wichtigste schon in unserer allgemeinen Unterhaltung über die Metalle kennen gelernt haben. Das von fremden Beimischungen gereinigte Kupfer wird Gaarkupfer oder Rosettenkupfer genannt. Oft läßt man den Kupferkies allmälig an der Luft verwittern; dann bildet sich daraus das bekannte schwefelsaure Kupferoxyd oder Kupfervitriol, welches aufgelöst und mit Eisen, gewöhnlich mit Stücken von alten gußeisernen Geräthen, in Berührung gebracht, das Kupfer metallisch ausscheidet, indem sich die Schwefelsäure des Kupfervitriols, wegen ihrer größeren Anziehung zum Eisen, mit diesem verbindet; dieses Kupfer wird Cämentkupfer genannt, wie denn auch die Auflösung des Kupfervitriols zu diesem Zersetzungsprozeß Cämentwasser heißt.

Eine sehr eigenthümliche Eigenschaft des Kupfers ist der unangenehme Geruch, den es beim Reiben verbreitet. Daß ein fester Körper, welcher bei der stärksten Reibung nichts von solchen Theilen verdunstet, die auf unser Geruchsorgan einwirken könnten, dennoch eine derartige Einwirkung ausübt, gehört noch in das Gebiet der zu erklärenden Naturwunder. Anders verhält es sich schon mit dem Geschmack des Kupfers, wenn man es auch nur augenblicklich mit der Zunge berührt; dieser Geschmack, welcher bekanntlich bei einer starken Berührung des Kupfers mit der Zunge sich als ein unangenehm zusammenziehender und selbst ekelerregender äußert, kann schon dadurch entstehen, daß dieses Metall durch die Salze auf unserer Zungenschleimhaut eine chemische Veränderung erleiden, wobei es, wenn auch nur in einzelnen verschwindenden Theilchen, eine Auflösung erleidet; denn, wie wir es in tausenderlei Fällen sehen, verrathen nur die aufgelösten und auflöslichen Substanzen einen Geschmack.

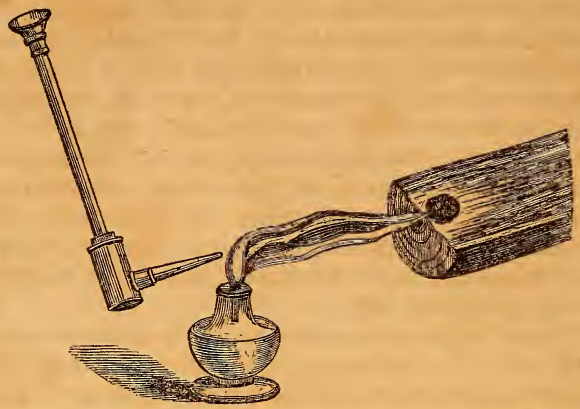
Das Kupfer besitzt nach dem Eisen die größte Härte und Elastizität und wird nach dem Hämmern noch härter; letzteres ersieht man schon daraus, daß das geschmolzene Kupfer ein spezifisches Gewicht von 8,8, das geschmiedete oder gewalzte Kupfer

aber ein spezifisches Gewicht von 8,9 besitzt. Wie groß ferner die Dehnbarkeit des Kupfers ist, lehrt uns das falsche Blattgold, welches meist ein zu äußerst dünnen Blättchen ausgehämmertes Kupfer ist; ebenso kann das Kupfer auch zu Drähten von der Dünne eines Menschenhaars ausgezogen werden. Freilich steht diese Dehnbarkeit der des Silbers und des Goldes bedeutend nach. Ist das Kupfer völlig rein, so besitzt es in allen Temperaturen bis zur Schmelzhitze den ihm zukommenden höchsten Grad der Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit, leistet auch beim Zerreißen und Zerbrechen den größten Widerstand, ist aber weicher, als manches mit anderen Metallen versetzte Kupfer, wie wir es weiter unten sehen werden. Was indessen den Hitzegrad betrifft, bei welchem das Kupfer zum Schmelzen kommt, so findet dieses bei 880 °R. statt, also in einer Hitze, welche zwischen dem Schmelzpunkt des Goldes und dem des Silbers liegt.

In der Glühhitze bedeckt sich das Kupfer mit einer braunen oder schwarzen, in Schuppen abspringenden Rinde von Kupferhammerschlag oder Kupferoxyd. Der Anfang einer solchen Oxydation, und zwar mit einem Farbenwechsel von Gelb zum Roth, Violett, Blau und endlich Schwarzgrau, können wir auf eine einfache unterhaltende Weise beobachten, wenn wir eine kleine, recht blank geriebene Kupferplatte oder Kupfermünze mit einer Zange über einer Weingeistflamme erhitzen. Dieses Farbenspiel, welches, nach der Lage der Kupferplatte oder Kupfermünze in der Flamme, sich oft sehr überraschend ändert, erklärt sich aus der verschiedenen Stärke der Oxydation und der ebenso verschiedenen Dicke des oxydirten Anflugs, wozu namentlich die abweichende Wirkung des inneren und äußeren Theils der Flamme (vergl. II, S. 123) viel beiträgt. Etwas sehr Aehnliches haben wir beim Anlaufen des Stahls (vergl. II, S. 37) kennen gelernt. Man bedient sich des erwähnten Experimentes mit Kupfer, um kupferne Medaillen mit einem gleichmäßigen braunrothen Ueberzug von Kupferoxydul zu versehen. Zu diesem Zweck kühlt man das durch die Erhitzung angelaufene Kupfer schnell im Wasser ab. Dieser Ueberzug schützt die Medaillen vor der Einwirkung der feuchten Luft, die an dem glänzenden Kupfermetall nicht ausbleibt.

Das Kupferoxydul, welches sich auch natürlich als Roth-

Kupfererz findet, besitzt die Eigenschaft, die Glasflüsse rubinroth zu färben. Zu einem kleinen Versuche einer solchen Glasfärbung empfiehlt sich auch hier ganz besonders die Anwendung einer Löthrohrflamme, wie die folgende Zeichnung zeigt.



Figur 52.

Wie das Kupferoxydul, so kommt auch das Kupferoxyd in der Natur vor und zwar als Kupferschwärze; aus diesem Kupferoxyd besteht aber auch meist der Kupferhammerschlag, welcher, wie schon erwähnt, das stark geglühte Kupfer überzieht. Nach der Angabe eines bekannten Chemikers Martius wirkt das Kupferoxyd in der Glühhitze auf Silber sehr merkwürdig ein. Als nämlich dieser Chemiker öfters Kupferoxyd in einem Silbertiegel glühte, wurde derselbe an der Stelle, wo gewöhnlich das Kupferoxyd lag, nicht nur härter und weniger biegsam, sondern schmolz endlich bei sehr schwachem Feuer. In der That verdient diese Erscheinung noch näher untersucht zu werden.

Das Kupferoxyd ist die Base in den meisten Kupfersalzen; es löst sich leicht in Säuren auf, und diese Auflösungen sind, wie z. B. das schwefelsaure Kupferoxyd (Kupfervitriol) gewöhnlich blau; die Verbindung des Kupferoxyds mit Chlorwasserstoff oder Salzsäure, also das Chlorkupfer, ist dagegen grün. Wird die Auflösung irgend eines Kupfersalzes mit einer Auflösung von

Aetzkali gemischt, so fällt Kupferoxydhydrat, d. h. eine chemische Verbindung von Kupferoxyd und Wasser, als ein grünlich blaues Pulver nieder. Wird dieser Niederschlag mit Gyps gemischt, so erhält man das als Malerfarbe so bekannte Bremerblau. Das blaue Kupferoxydhydrat verliert schon beim starken Trocknen sein chemisch gebundenes Wasser und wird dadurch wieder zum schwarzen Kupferoxyd; dieses geschieht auch, wenn es mit Wasser gekocht wird. Den Alkalien gegenüber verhält sich das Kupferoxyd wie eine Säure, indem sie mit ihnen grüne oder blaue Verbindungen eingeht; doch geschieht dies nicht auf nassem Wege, d. h. durch eine Vermischung des Kupferoxydes mit einer Lauge der Alkalien, sondern nur dann, wenn es mit Alkalien oder alkalischen Erden bis zum Glühen erhitzt wird. Ebenso wird das Kupferoxyd auch von Glasflüssen aufgelöst, mit welchen es grünes und auch blaues Glas giebt.

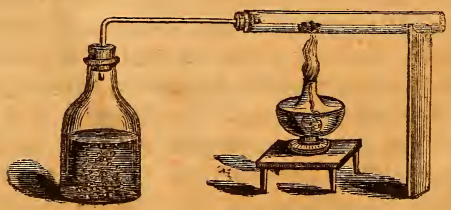
Merkwürdig ist noch außerdem die lösliche dunkelblaue Verbindung, welche Ammoniaksalze mit dem Kupferoxyd bilden. Wird Kupferoxyd in einem Glase, das sogleich verpfropft werden muß, mit Aetzammoniakflüssigkeit übergossen, so wird nichts von dem Oxyd aufgelöst; setzt man aber nur wenige Tropfen von einem aufgelösten Ammoniaksalz, z. B. von kohlensaurem Ammoniak (Hirschhornsalz), hinzu und schüttelt das Gemenge, so nimmt die Flüssigkeit augenblicklich eine schöne tief blaue Farbe an. Diese blaue Flüssigkeit, auch Blauwasser genannt, erhält man auf eine sehr einfache Weise noch, wenn man das bekannte Kupfervitriol in Wasser auflöst und dann so lange mit Aetzammoniakflüssigkeit (Salmiakgeist) versetzt, bis der entstandene Niederschlag von Kupferoxyd sich wieder in der Flüssigkeit auflöst.

Will man dieses hier aufgelöste schwefelsaure Kupferoxydammoniak im festen Zustande gewinnen, so braucht man nur allmälig, und zwar am Rande des Glases, so vielen starken Weingeist auf die blaue Flüssigkeit herabfließen zu lassen, als etwa die Menge dieser Flüssigkeit beträgt. Der Weingeist wird bei dieser Gelegenheit über dem Blauwasser schwimmen und nach Verlauf etwa eines Tages sich so mit dem reinen Wasser gemischt haben, daß das erwähnte blaue Doppelsalz, welches in Weingeist unlöslich ist, sich ausscheiden mußte. Das sonst zum Herauskryställisiren der

Salze übliche Abdampfen kann bei dieser Auflösung nicht stattfinden, weil durch die Wärme dieses Kupferammoniaksalz zersetzt würde. Die erwähnte Wirkung des Ammoniaks auf Kupferoxyd macht es begreiflicherweise auch zu einem sehr scharfen Erkennungsmittel (Reagenz) für Kupfersalze.

Jedenfalls werden die oben angeführten Experimente mit dem Kupferoxyd und den Kupfersalzen nicht wenig dazu dienen, um uns sehr deutlich das verschiedenartige chemische Wirken vor Augen zu führen, weshalb es auch für jeden jüngeren Freund der Chemie rathsam ist, diese Versuche selbst anzustellen. Mit dem Experimentiren und mit der Beachtung der wichtigsten Erklärungen über die hier vor sich gehenden Erscheinungen vermag man erst diejenige Einsicht in die Natur der Dinge und in die Kunst ihrer Beherrschung zu erlangen, die uns hier allein sicher leitet. Daher möge noch folgendes interessante Experiment uns unterhalten.

Wir wissen, daß jedes Metalloxyd und selbst die meisten Säuren, so unter anderem auch die Phosphorsäure, durch ein Glühen mit Kohle reducirt oder vielmehr desoxydirt (entsauerstofft) wird, wobei sich die Kohlensäure bildet und die elementarische Grundlage der Oxyde, also Eisen, Kupfer, Phosphor u. s. w. aus dem Eisen- und Kupferoxyd und der Phosphorsäure, zurückbleibt. Eine solche Reduktion oder Desoxydation kann auch bei vielen Metallen durch Wasserstoffgas stattfinden, wenn das Wasserstoffgas eben eine größere Anziehung zum Sauerstoff besitzt, als die Grundlage oder das sogenannte Radical der betreffenden Verbindung. Diese Zersetzung durch Wasserstoff können wir nun durch ein leicht anzustellendes Experiment am Kupferoxyd sehen. Wenn wir nämlich, wie die folgende Figur es andeutet, in einer kleinen Röhre Kupferoxyd



Figur 53.

erhitzen und gleichzeitig in diese Röhre Wasserstoffgas hineinleiten, welches wir bekanntlich aus einer verdünnten Säure und Zink oder Eisen entwickeln, so entzieht das Wasserstoffgas dem Kupferoxyd den Sauerstoff und das metallische Kupfer bleibt in der Röhre zurück.

Wir können hier nicht allen Kupfersalzen eine besondere Berücksichtigung schenken; auch haben wir ja schon mehrere der wichtigsten Kupfersalze um ihrer grünen und blauen Farbe willen früher namhaft gemacht. Die Hauptsache für uns ist die Kenntniß ihrer Entstehung, und diese lernen wir am einfachsten kennen, wenn wir das schwarze Kupferoxyd in verschiedenen Säuren auflösen und dann die Auflösung bis zur Krystallisation des Salzes abdunsten lassen.

Hat man auf diese Weise auch ein salpetersaures Kupferoxyd dargestellt, so kann man mit demselben folgendes interessante Experiment anstellen. Feuchtet man nämlich einige Krystalle dieses Salzes etwas mit Wasser an, umwickelt sie nun schnell mit Stanniol (Zinnfolie) und preßt das Ganze etwas zusammen, so wird aus demselben bald eine rauchige Flamme hervorbrechen. Dieses findet aber seinen Grund darin, daß das Zinn nicht allein das salpetersaure Kupferoxyd zersetzt, sondern sich auch äußerst begierig, d. h. unter einer Feuererscheinung mit einem Theil des Sauerstoffs aus der Salpetersäure verbindet.

Der sogenannte Grünspan, welcher sich an kupfernen Geräthen bei Vernachlässigung ihrer Reinigung bildet, ist nichts anderes, als basisch kohlensaures Kupferoxyd, d. h. Kupferoxyd, welches mit einem geringeren Antheil Kohlensäure verbunden ist, als es zur vollständigen Sättigung (Neutralisation) aufzunehmen vermag. Der als dichte Masse erscheinende smaragdgrüne Malachit ist gewissermaßen ein im großen Laboratorium der Natur gebildeter Grünspan. Dem Malachit ist das Berggrün ähnlich. Verbindet sich dieses basische oder ½ kohlensaure Kupferoxyd noch mit so viel Kohlensäure, daß daraus ⅔ kohlensaures Kupferoxyd entsteht, so hat man das sogenannte Bergblau, welches in seiner natürlich vorkommenden Bildung Kupferglasur heißt.

Wie das basisch kohlensaure Kupfer durch ein Rosten des

Kupfers in feuchter kohlensäurehaltiger Luft entsteht, so bildet sich andererseits ein basisch essigsaures Kupferoxyd, wenn Kupfer in Berührung mit Luft und Essig kommt. Auch diese Verbindung wird Grünspan genannt, so daß dieser Name kein genau bezeichnender ist. Außerdem erscheint noch im Handel ein blauer oder französischer Grünspan, welcher dadurch fabrizirt wird, daß Kupferbleche mit den ausgepreßten Schalen von Weintrauben zusammengeschichtet werden. Das neutrale essigsaure Kupferoxyd, welches im Handel gewöhnlich krystallisirter oder fälschlich destillirter Grünspan heißt, wird endlich dadurch gewonnen, daß man den gewöhnlichen Grünspan mit Essig kocht, wobei er die ihm noch fehlende Essigsäure aufnimmt, um das vollständig gesättigte oder neutrale Salz zu bilden.

Da das Kupfer im Ganzen nur dann von Säuren angegriffen wird, wenn die Luft gleichzeitig mitwirkt, so wird auch das Einkochen von Pflanzensäften in blanken Kupferkesseln nur dadurch gefährlich, daß beim Erkalten oder beim Aufhören der Wasserdämpfe die Luft mit dem Saft und dem Kupfer in Berührung tritt. Ebenso wird das Kochen von Salzauflösungen in Kupfer zu widerrathen sein, weil auch hier theils vor, theils nach dem Kochen eine unbehinderte Einwirkung der Luft stattfindet und so eine gewisse Grünspanbildung vor sich geht. Daher hat man denn auch für die Küche auf eine gute Verzinnung der kupfernen Kessel zu achten. Die sich unter dem Namen „Grünspan" bildenden, wie überhaupt alle auflöslichen Kupfersalze sind selbst in geringen Gaben sehr giftig.

Als ein sehr gutes Gegenmittel gegen eine Grünspanvergiftung hat man Zuckersyrup empfohlen; dann haben sich aber auch hier, wie bei anderen metallischen Vergiftungen, Eiweiß und Milch bewährt. Um in einer Flüssigkeit aber Kupfer zu entdecken, dient, wie wir schon früher angeführt haben, entweder das Hineinhalten eines blanken Eisens, wo sich ein rother Niederschlag von metallischem Kupfer auf dem Eisen erzeugt, oder ein Hineingießen von Ammoniakflüssigkeit, welche eine blaue Färbung hervorruft, oder endlich die Vermischung der zu prüfenden Flüssigkeit oder Speise mit einer Auflösung von etwas Blutlaugensalz (Eisencyankalium). Das Blutlaugensalz wirkt so empfindlich auf die Kupfer-

salze, daß z. B. eine klare Flüssigkeit, welche selbst nur den 160,000sten Theil ihrer Menge von einem solchen Kupfersalz enthält, durch den Zusatz von etwas aufgelöstem Blutlaugensalz röthlich gefärbt wird und zwar, indem hierbei eine rothe Doppelsalzverbindung aus Cyankupfer und Cyaneisen (Kupfereisencyanür) entsteht.

Bleibt uns noch etwas praktisch Wichtiges über das Kupfer zu erwähnen übrig, so sind es die gebräuchlichsten Kupferlegirungen.

Das Kupfer legirt sich leicht und gern mit den meisten Metallen. Was es mit dem Gold und mit dem Silber giebt, wissen wir bereits. Mit dem Arsen zusammengeschmolzen, liefert es das Weißkupfer oder Arsenkupfer, welches sich durch seinen silberähnlichen Schein und durch seine weiße Politur auszeichnet, doch auch dadurch wieder in Mißkredit kommt, daß es, selbst abgesehen von seiner bedeutenden Giftigkeit, an der Luft leicht schwarz wird. Mit dem Zinn läßt sich das Kupfer leicht zusammenschmelzen. Ihre Legirungen werden auch unter dem Namen Bronze unterschieden. 10 Theile Kupfer und 1 Theil Zinn geben das Stückgut zu Kanonen; 5 Theile Kupfer und 1 Theil Zinn liefern das klingende und spröde Glockenmetall; durch 3 Theile Kupfer und 1 Theil Zinn erhält man eine weiße silberähnliche Metallmischung, welche eine schöne Politur annimmt und zu Metallspiegeln meist verwendet wird.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir auch der Verzinnung von kupfernen Gefäßen erwähnen. Bei der Verzinnung findet zum Theil eine Legirung statt, indem das Kupfer bei der Gegenwart des Zinns in einer weit niedrigeren Temperatur als sonst zum Schmelzen kommt und also wenigstens an seiner äußeren Oberfläche mit dem geschmolzenen Zinn eine Art Legirung bildet. Zur Verzinnung wird die innere Seite des Gefäßes vollständig gereinigt, dann mit konzentrirter Salmiaklösung überstrichen oder mit Salmiakpulver gleichmäßig überstreut und nun das Gefäß über Kohlen bis zum Schmelzen eines Stückes Zinn erhitzt; hierauf wird das geschmolzene Zinn auf der Kupferfläche gleichmäßig umhergetrieben und dann noch mit einem Stück Werg gleichmäßig verrieben, bis das Kupfer von Zinn überall bedeckt ist und man jetzt das überschüssige Zinn abstreichen oder abgießen kann. Der Salmiak dient dazu, daß sich seine Salzsäure mit dem durch die Erhitzung entstehenden,

wenn auch äußerst wenig Kupferoxyd verbindet, wodurch eine vollständig reine Kupferfläche sich darbietet, auf welcher das geschmolzene Zinn gehörig zu haften vermag. Statt des Salmiaks braucht man auch oft ein Pulver von Colophonium. Dieses bewirkt indessen das Anhaften des Zinns dadurch, daß es mit der zunehmenden Erhitzung verkohlt und durch die Kohle zugleich der gleichzeitig entstehenden dünnen Schicht von Kupferoxyd den Sauerstoff entsteht, wodurch das reine metallische Kupfer wieder hergestellt wird, das sich mit dem schmelzenden Zinn zu mischen hat. Mit diesen beiden Arten von Verzinnung stimmt auch das Löthen überein; hierzu bedient man sich auch entweder des Salmiaks oder des Harzes, um die zu löthenden Metallflächen von jedem störenden Oxyde zu reinigen.

Die Verzinnung kann jedoch auch in einer interessanteren Weise auf nassem Wege ausgeführt werden. Läßt man nämlich Zinkspähne oder feingeschnittenes Stanniol mit Cremortartari (gepulvertem Weinstein) und Wasser gehörig kochen und legt dann in diese kochende Flüssigkeit die zu verzinnenden kupfernen und messingenen Gegenstände hinein, so werden diese nach einem halbstündigen Kochen verzinnt sein. Durch die überschüssige Weinsteinsäure des Weinsteins wird hier das Zinn zu einem weinsteinsauren Zinnsalz aufgelöst, das bei einer längeren Berührung mit dem Kupfer oder Messing auf dasselbe das metallische Zinn niederschlägt. Durch diese nasse Verzinnung werden namentlich verschiedene kleine Kupfer- und Messingarbeiten, z. B. Stecknadeln, wie man zu sagen pflegt, weißgesotten.

Die Legirungen von Zink und Kupfer bilden, je nach dem Mischungsverhältniß dieser beiden Metalle, Messing, Tombak, Semilor (Halbgold) oder mannheimer Gold, Chrysorin u. s. w. Diese Legirungen sind mehr oder weniger in ihren guten Eigenschaften bekannt; besonders darf man an ihnen rühmen, daß sie sich nicht allein durch den bloßen äußeren Schein dem Golde nähern, sondern auch zum Theil durch die Eigenschaft, weniger leicht als das reine Kupfer an der feuchten Luft zu oxydiren. Betrachten wir daher die vorzüglichsten dieser Kupferzinkmetalle näher.

Das Messing wird im Großen auf den Messinghütten auf die Weise bearbeitet, daß man gekörntes (granulirtes) Kupfer schicht-

weise mit natürlichem Zinkoxyd (Galmey) und Kohlenpulver in große Tiegel legt und dann bei nach und nach vermehrtem Feuer schmelzen läßt; das Zinkoxyd wird durch die Kohle zu metallischem Zink reducirt, welches nun im geschmolzenen Zustande das Kupfer auflöst und mit ihm Messing bildet. Ein Theil des Zinks verflüchtigt während seiner Schmelzhitze, legt sich an die kälteren Stellen in dem Schmelzofen an und ist dann unter dem Namen Ofenbruch bekannt. Eine Kupfermünze, über ein Gemenge von Zinkoxyd und Kohlenstaub in einen Tiegel gebracht und mäßig geglüht, wird schon zu Messing ohne Verwischung des Gepräges. Wird das Messing einem heftigen Feuer ausgesetzt, so verflüchtigt sich daraus das Zink und verbrennt. Bei einem Zusammenschmelzen von Kupfer und Zink muß man die Feuerung nicht allzu stark machen, weil die beiden Metalle, sobald das Kupfer in Fluß kommt, sich mit solcher Heftigkeit mischen, daß dabei oft ein sehr gefährliches Umherspritzen des glühenden Flusses stattfindet. 2 bis 3 Th. Kupfer geben mit 1 Theil Zink das gewöhnliche Messing von einer halbgelben Farbe.

Wird die Oberfläche von Messing mit Ammoniak gewaschen, so wird sie weiß, weil das Kupfer bei der Einwirkung des Ammoniaks eher oxydirt und sich somit wegwaschen läßt, als das Zink, weshalb dieses mit weißer Farbe hervortritt; reibt man dagegen das Messing mit verdünnter Salzsäure, so löst sich das Zink auf und das Kupfer macht sich in dem Messing mit seiner rothen Farbe bemerkbar. Läßt man endlich Gefäße von Messing in einer wässrigen Kupfervitriollösung kochen, so entsteht auf ihrer Oberfläche ein schönes Moiré, d. h. krystallinische Zeichnungen, welche ein perlmutterähnliches Farbenspiel zeigen; die Ursache hiervon liegt in einer theilweisen Auflösung des Zinks aus dem Messing und in der gleichzeitigen Ausscheidung von Kupfer aus dem Kupfervitriol.

Das Semilor oder Halbgold ist eine Legirung von 4 Th. Kupfer und 1 Theil Zink. Dieses Metallgemisch, von einer tieferen gelben Farbe, ist noch geschmeidiger, als das gewöhnliche Messing, und vermindert seine Geschmeidigkeit selbst nicht in einer bedeutenden Erhitzung, was bei dem Messing nicht der Fall ist. Dem Semilor schließt sich das Tombak aus 7 Theilen Kupfer,

5 Theilen Messing und ⅛ Th. reinem Zink an. Das sogenannte Prinzmetall besteht aus 2 Theilen Kupfer und 1 Theil Zink.

Die Bemühungen der erfahrenen Schmelzkünstler, ein solches Verhältniß von Kupfer, Zink allein oder mit Zumischung noch eines anderen Metalls zu finden, daß dadurch eine dem Golde am nächsten stehende Metallkomposition hergestellt werde, sind nicht ganz erfolglos geblieben. So soll nach der Angabe eines englischen Chemikers Cooper eine Legirung von 16 Theilen Kupfer, 1 Th. Zink und 7 Theilen Platina ein Messing geben, welches dem 16karäthigen Gold vollständig ähnlich ist. Diese Legirung ist sehr geschmeidig und kann zu feinen Blättern geschlagen und zu feinem Draht gezogen werden; doch vermag schon der 2000ste Theil Eisen dieser Mischung ihm viel von seiner Geschmeidigkeit zu rauben. In der Luft verändert sich dieses Metall nicht und wird sogar nicht von gewöhnlichem Scheidewasser angegriffen, wenn dieses nicht bis zum Kochen erhitzt wird, so daß also die gewöhnliche Goldprobe auf dieses Metall nicht recht gut angewandt werden kann. Zur Bereitung dieses Cooper'schen Goldes wird, nach Berzelius, zuerst Kupfer und Platina, unter einer Bedeckung von Kohlenpulver und mit Borax als Fluß, in einem feuerfesten Tiegel zusammengeschmolzen. Hierauf wird der Tiegel aus dem Feuer genommen und nun wird das Zink zugesetzt, wobei man die Masse umrührt. Das geschmolzene Platinkupfer löst bei dieser Gelegenheit das Zink schnell, besonders wenn es in kleinen Stücken der Mischung zugesetzt wird. Es versteht sich indessen von selbst, daß die metallischen Ingredienzien zu dieser Legirung vollkommen rein von anderen Metallbeimischungen sein müssen.

Eine derartige billigere Metallkomposition ist das in neuerer Zeit zu München erfundene Chrysorin, welches etwa so viel wie goldähnliches Metall heißt. Diese Legirung besteht aus Kupfer und Zink im Verhältniß von 100 zu 51, so daß es hierin mit dem erwähnten Prinzmetall sehr übereinstimmt und am Ende auch nur dieses Kunstmetall erzeugt, wenn nicht noch vielerlei technische Erfordernisse bei der Fabrikation des Chrysorins berücksichtigt werden. Bei der Darstellung dieses Metalls soll es nämlich die Hauptsache sein, die Temperatur des Schmelzens so niedrig wie möglich zu erhalten, um keinen Verlust durch Verdampfung

des Zinks zu erleiden; auch hat man erst $^1/_3$ des Zinks und darüber die ganze Menge des Kupfers im reinsten und zerstückelten Zustande in den Tiegel zu bringen, worauf man nun die Masse mit gebranntem Borax bedeckt. Der Tiegel wird in einem Windofen allmälig immer mehr erhitzt, bis das Kupfer so zu schmelzen anfängt, daß es, wie es nach einer zuverlässigen Vorschrift heißt, oben einen Spiegelschein zeigt. In diesem Augenblick setzt man das übrige Zink in kleinen heißen Stückchen unter beständigem Umrühren schnell zu und gießt das Metallgemisch schnell in die gewünschten Formen. Bei einem geschickten Verfahren bei der Schmelzung erhält das Chrysorin eine feurige, glänzende, dem 18 bis 20 karätigen Golde ähnliche Farbe und läuft in der Luft nicht an, oder verliert doch wenigstens solche angelaufene Stellen wieder, wenn sie mit einem Tuche gewischt werden.

Endlich haben wir noch der verschiedenen Broncepulver zu erwähnen, womit man metallische und nichtmetallische Gegenstände vermittelst eines Firniß überzieht, um ihnen das Ansehen der eben erwähnten Bronce zu geben. Die sogenannte Goldbronze ist nichts anderes, als das pulverisirte unechte Blattgold, welches man in der Regel durch Ausschlagen des goldähnlichen Tombaks gewinnt. Diese Goldbronze wird durch ein gelindes Erhitzen zur Purpur- oder Kupferbronze. Eine Kupferbronze kann man auch erhalten, wenn man aus einer Auslösung von Kupfervitriol durch blankes Eisen das Kupfer darauf, wie wir es schon kennen, abscheiden läßt und diesen feinen Kupferniederschlag dann von dem Eisen abstreift und pulvert; wir erhalten hiermit ein reines Kupferpulver.

Die kupferhaltigen Legirungen von Neusilber (Argentan), Packfong und Weißkupfer haben wir schon beim Silber besprochen, wo es uns zunächst darauf ankam, den Vorzug mancher Metallmischungen von ihren einfachen Ingredienzien scharf aufzufassen. Hier müssen wir jedoch besonders dem Kupfer das Wort reden. In der That, überblicken wir die guten Eigenschaften aller Metallkompositionen, in denen das Kupfer einen wesentlichen Bestandtheil bildet, und erinnern wir uns gleichzeitig der wichtigen Rolle, welche das Kupfer als Zusatz zum Golde und Silber gewinnt, so ersehen wir schon hieraus, daß das Kupfer sich

vor allen Metallen dadurch auszeichnet, feste und dauerhafte Legirungen zu bilden und somit, wenn auch selbst nicht edel, dennoch im Stande ist, im Verein mit noch unedleren Metallen, wie namentlich mit dem Zink, sich dem Golde und Silber bedeutend zu nähern, wobei wir freilich nicht zu vergessen haben, daß, nach den Zwecken der Natur geurtheilt, diese Annäherung als eine weitere Verunedlung zu betrachten wäre, indem das Kupfer in den meisten seiner Legirungen schon weniger empfänglich für eine Verbindung mit dem die Atmosphäre und die Erdrinde beherrschenden Sauerstoff ist.

Wismuth.

Dieses Metall hat man in früherer Zeit häufig mit dem Antimon, wie auch selbst mit dem Zinn und Blei verwechselt, obgleich es in seinem chemischen Verhalteu sich wesentlich von diesen Metallen unterscheidet. Merkwürdigerweise findet man dieses sonst leicht oxydirbare Metall meist im gediegenen Zustande und zwar gewöhnlich in der Begleitung von Kobalterzen, welche besonders in Sachsen, Böhmen und Siebenbürgen gewonnen werden. Weil das Wismuth schon in einer etwa 2⅓ mal stärkeren Hitze als der des kochenden Wassers zum Schmelzen kommt, so schmilzt es schon aus den Kobalterzen bei einer Erhitzung heraus, wo diese Erze noch im starren Zustande bleiben; freilich enthält das so gewonnene Wismuth noch Beimischung von anderen Metallen, von denen es durch ein Auflösen in Salpetersäure und durch eine Reduktion des hierbei entstehenden Salzes vermittelst Kohle gereinigt wird. Außer im Wismuthkobalterz, findet man es noch im Wismuthbleierz und Wismuthkupfererz. Aus allen diesen Erzen wird es, wie schon angegeben, bei gelinder Hitze ausgeschmolzen; diese Art Ausschmelzung pflegt man Aussaigern zu nennen. Dann kommt auch das Wismuth mit Schwefel vererzt als Wismuthglanz vor; selten ist seine Verbindung mit Sauerstoff als Wismuthocker und noch seltener mit Phosphor als Wismuthblende.

Das Wismuth, mit dem spezifischen Gewicht = 9,8, ist ein röthlich weißes Metall, besitzt viel Glanz und ein starkblättriges,

krystallinisches Gefüge, mehr noch wie das Antimonmetall, dem es sonst darin sehr ähnlich ist. Es ist eines der sprödesten Metalle; daher läßt es sich auch weder strecken noch zu Draht ziehen, aber sehr leicht zu Pulver stoßen, das dann eine graue Farbe besitzt. Außerdem ist es auch eines der leichtflüssigsten Metalle und zwar schon bei 199 °R., wobei es beim Erkalten Krystalle bildet. Diese Krystallisation des Wismuths kann vorzüglich schön erhalten werden, wenn man dabei folgendermaßen verfährt.

Das Wismuth wird in einem Tiegel geschmolzen, während man von Zeit zu Zeit Stücke von Salpeter darauf wirft. So erhält man es mehrere Stunden in einer Temperatur, daß der Salpeter von dem Metall vollkommen zersetzt wird; nimmt nun das geschmolzene Metall beim Umrühren eine schöne grüne oder goldige Farbe an, so kann es ausgegossen werden; zeigt es sich aber noch roth oder indigoblau, so muß das Schmelzen noch fortgesetzt werden. Das schmelzende Metall wird in ein zuvor erhitztes Thongefäß hineingegossen und sein schnelles Erkalten durch ein aufgelegtes warmes Eisenblech verhindert; auch stellt man zu diesem Zweck das Gefäß noch auf eine heiße Platte. Jetzt beginnt die Oberfläche des Metalls zuerst zu erkalten, und sobald sich hier eine Decke gebildet hat, schmilzt man mittelst einer darauf gehaltenen glühenden Kohle ein Loch in diese Decke und gießt das noch flüssige Metall aus. Durchbricht man nun nach etwa einer Stunde die obere Kruste, so findet man eine Metallkrystallisation, welche an Schönheit Alles übertrifft, was in dieser Beziehung die chemische Kunst zu leisten vermag; diese Wismuthkrystalle erscheinen in purpurrothen, stahlblauen und smaragdgrünen, äußerst glänzenden Würfeln und quadratischen Säulen, welche zuweilen ganz hohl und meist treppenförmig sind. Freilich muß man, damit die Mühe des Experiments sich lohne, 3 bis 4 Pfund dazu anwenden; dann hat man sich auch beim Schmelzen des Wismuths und beim Zusetzen von Salpeter vor den daraus aufsteigenden Dünsten in Acht zu nehmen, indem durch den Sauerstoff der Salpetersäure auch das im Wismuth nicht selten vorkommende Arsen als arsenige Säure entfernt wird. Eigenthümlich ist noch die Eigenschaft des geschmolzenen Wismuths, beim Erstarren sich, wie das Wasser beim

Gefrieren, auszudehnen, so daß, wenn es hierbei in Gefäßen eingeschlossen bleibt, diese zersprengt.

In einer über seinen Schmelzpunkt bedeutend erhöhten Temperatur ist das Wismuth flüssig, weshalb es sich auch destilliren oder vielmehr sublimiren läßt. Wird es jedoch an der Luft erhitzt, so bedeckt es sich zuerst mit einer schmutzig braunen Haut, meist von Wismuthoxyd (Wismuthasche), dann aber beginnt auch hier bei einer stärkeren Erhitzung des schmelzenden Wismuths eine Verdampfung desselben, wobei der Wismuthdampf zugleich mit schwacher blauer Farbe zu brennen anfängt und einen gelben Rauch bildet, welcher sich an kalten Körpern zu einem gelblichen Pulver, den sogenannten Wismuthblumen (Wismuthoxyd), verdichtet.

Das Wismuth hat für sich noch keine technische Anwendung gefunden; dagegen spielt es in verschiedenen leichtflüssigen Legirungen, welche zu Löthungen und Abdrücken benutzt werden, keine geringe Rolle. So geben 8 Theile Wismuth, 5 Theile Blei und 3 Theile Zinn ein so leichtflüssiges Metall, daß dasselbe schon beim Siedepunkt des Wassers schmilzt und über einer Spiritusflamme in einem ausgebogenen Stück steifen Papiers flüssig gemacht werden kann, ohne das Papier verbrennen zu lassen. Aehnliche leichtflüssige Legirungen erhält man auch durch Zusammenschmelzen von 1 Theil Blei, 1 Theil Zinn und 2 Theilen Wismuth, oder von gleichen Theilen Zinn und Wismuth. Warum hier die Legirung ungleich leichter zum Schmelzen kommt, als die einzelnen Metalle, ist noch nicht erklärt worden. Erklärlicher ist schon eine noch bedeutendere Leichtflüssigkeit, wenn z. B. den obigen Legirungen etwa $\frac{1}{16}$ Quecksilber zugesetzt wird. Wenn man zur Unterhaltung einen Theelöffel aus einer solchen Legirung gießt, so kommt dieser schon im heißen Thee zum Schmelzen.

Je nachdem man den obigen Legirungen Blei zusetzt, kann man ihre Leichtflüssigkeit vermindern. Solche einen und einige Grade über dem Kochpunkt des Wassers (80 °R.) schmelzende Metallmischungen gießt man zu Platten aus und bedient sich derselben als Sicherheitsdeckel bei Dampfkesseln. Da mit der zunehmenden Erhitzung des Dampfes auch die Gefahr einer Sprengung des Kessels wächst, so haben diese Sicherheitsdeckel das Gute, daß

sie bei einer zu großen Spannung und Hitze der Dämpfe zu schmelzen beginnen und somit denselben ein ungefährliches Ausströmen gestatten. Die Legirungen des Wismuths mit dem Kupfer, Silber, Gold u. s. w. empfehlen sich nicht für die technische Verwendung wegen ihrer Sprödigkeit.

Man erhält im Handel oft eine weiße Schminke, welche Wismuthweiß (basisch salpetersaures Wismuthoxyd) enthält. Diese Schminke, oder vielmehr das Wismuthoxyd, wird oft am Sonnenlicht schwärzlich grau, was vielleicht von einigen Antheilen Silberoxyd in diesem Präparate herrühren mag, da das Wismuthmetall fast immer etwas Silber enthält, von welchem es nicht leicht getrennt werden kann.

Blei.

Dieses Metall, schon seit den ältesten Zeiten bekannt, kommt in der Natur gewöhnlich mit Schwefel verbunden als Bleiglanz vor; dieses Erz ist meist silberhaltig. Ferner findet sich das Blei auch als Bleivitriol (schwefelsaures Bleioxyd), dann als phosphorsaures Bleioxyd im Grün- und Braunbleierz und als kohlensaures Bleioxyd im Weißbleierz.

Wenn man Bleiglanz (Schwefelblei) röstet, wobei, wie wir schon wissen, der Schwefel zum Theil als schweflige Säure verflüchtigt, und wenn man nun die geröstete Masse mit Kohle und Kalk in einem Flammenofen zum Schmelzen bringt, so scheidet sich unter der Schlacke das metallische Blei aus. Dieses wird Werkblei genannt und nur in dem Fall noch auf Silber verarbeitet (vgl. Silber), wenn es nicht allzu wenig von diesem edlen Metall enthält.

So glänzend auch das eben geschmolzene wie auch das frisch abgeschnittene Blei ist, so bleibt es nur ein sehr leicht vergänglicher Schimmer, indem es sich schon nach wenigen Stunden in einer feuchten Luft trübt und damit den ersten Beginn einer Oxydation anzeigt. Ebenso besitzt es auch trotz seiner Schwere, mit dem es bei einem spezifischen Gewicht von 11,5 selbst die des Silbers übertrifft, einen sehr niedrigen Schmelzpunkt, indem es schon bei 259 °R. zum Fluß kommt, wobei durch eine weitere Erhitzung

sich seine Oberfläche in das rothgelbe Bleioxyd verwandelt, welches auch bekanntlich Bleiglätte, Massicot oder endlich auch Silberglätte und Goldglätte genannt wird, je nachdem es sich, wie schon früher angedeutet, aus einem silber- oder goldhaltigen Blei durch Schmelzung desselben bildet und abgetrieben wird. Wird das Blei endlich bis zur Weißglühhitze erhitzt, so kommt es ins Kochen und verflüchtigt, wobei sich das flüchtige Blei unter Einwirkung der Luft entzündet und zu Bleioxyd verbrennt. Der Dampf des Blei's wirkt betäubend und selbst lähmend.

Obgleich das gelbe Bleioxyd eine starke Base ist, so daß es sich von allen Säuren auflösen läßt, so verhält es sich doch auch den Alkalien und alkalischen Erden gegenüber wie eine Säure, indem es mit ihnen Verbindungen bildet. Wird z. B. Kalkmilch mit Bleioxyd gekocht, so entsteht eine Auflösung, welche man, freilich zum Nachtheil der Gesundheit, zum Schwarzfärben des Haars braucht. Wird dagegen Bleioxyd mit Erden und anderen Metalloxyden geschmolzen, so bildet es eine Glasurmasse (Email); bei Anwesenheit von Sand entsteht dabei kieselsaures Bleioxyd-Alkali.

Das Bleioxyd geht auch mit dem Wasser als Bleioxydhydrat eine Verbindung ein; dieses ist nicht mehr roth, sondern bildet ein weißes Pulver und wird dadurch erhalten, wenn man zu einer Bleisalzlösung, z. B. von Bleizucker, Aetzkali oder Aetznatron zusetzt. Das bekannte Bleiweiß dagegen ist kohlensaures Bleioxyd, welches unter anderem auch dadurch fabrikmäßig dargestellt wird, daß man Kohlensäure in eine Auflösung von basisch-essigsaurem Bleioxyd (Bleiessig) hineinleitet, wo sich die Kohlensäure mit dem Ueberschuß des Bleioxyds verbindet und ausscheidet.

Will man das metallische Blei aus einer Bleisalzlösung in der Weise ausscheiden, wie man z. B. das metallische Kupfer aus einer Kupfersalzlösung durch Eisen fällt, so löst man dazu ein neutrales Bleisalz, z. B. Bleizucker (essigsaures Bleioxyd), wo weder die Säure noch die Base vorherrscht, in Wasser auf und bringt in diese Lösung ein Metall, das noch ein größeres Bestreben hat, mit der Säure ein Salz zu bilden, als das Blei, z. B. Zink. Man kann auf diese Weise, ähnlich dem früher erwähnten Silberbaum, einen Bleibaum darstellen, wenn man die etwas trübe

Bleizuckerlösung durch einige Tropfen Essigsäure klar macht und nun, wie die folgende Figur zeigt, einen an den Pfropfen befestig-

Figur 54.

ten Zinkstab in die Flasche, welche die Lösung enthält, hineinhängt. Das Zink überdeckt sich hier mehr und mehr mit Flittern von metallischem Blei, und diese Flitter geben endlich eine baumähnliche Bildung; dagegen löst sich von dem Zinkstab verhältnißmäßig so viel Zink, um mit der Essigsäure essigsaures Zinkoxyd zu bilden.

Bei dieser Gelegenheit erwähnen wir zugleich, daß der Bleizucker fabrikmäßig meist dadurch dargestellt wird, daß man dünn gewalzte und zerschnittene Bleistücke mit Essig übergießt. Zuerst bildet sich hierbei das lösliche basisch essigsaure Bleioxyd (Bleiessig); dieses wird nun aber dadurch in das neutrale Bleioxyd verwandelt, daß man zu diesem Bleiessig so viel Essig zusetzt, bis die Flüssigkeit sauer zu reagiren, d. h. Lackmuspapier zu röthen beginnt. Nun wird die Flüssigkeit abgedunstet, worauf beim schnellen Abkühlen aus der konzentrirten Lösung der Bleizucker in kleineren, nadelförmigen Krystallen sich ausscheidet.

Das in der Malerei häufig gebrauchte Kasseler- oder Mineralgelb ist oft nur ein Gemisch von Chlorblei (Hornblei) mit dem rothgelben Bleioxyd und wird dann auf die Weise dargestellt, daß man etwa 120 Gewichtstheile pulverisirte Bleiglätte und

15 Gewichtsth. Salmiak gleichförmig mischt und bis zum Schmelzen erhitzt.

Bei dieser Gelegenheit haben wir noch in Bezug auf die Auflöslichkeit des Blei's in Säuren eine Erklärung abzugeben, die uns auch für die Beurtheilung der größeren und geringeren Löslichkeit der anderen Metalle in verschiedenen Säuren zu Gute kommen kann. Wir haben schon früher bei der Darstellung der Schwefelsäure im Großen (vergl. II, S. 159) gesehen, daß das Blei von der starken Schwefelsäure nicht so leicht angegriffen wird, während es doch sonst so begierig ist, sich zu oxydiren und Salze zu bilden. Ebenso wirken auch die Phosphorsäure und die Salzsäure sehr wenig auf Blei ein; desto mehr aber die Salpetersäure und die Essigsäure, welche letztere sonst zu den schwachen Säuren gerechnet wird. Die Ursache dieses scheinbaren Widerspruchs liegt darin, daß das Blei mit den zuerst genannten Säuren äußerst schwere, ja unlösliche Salze bildet. Obgleich die Unlöslichkeit eines Salzes oft eine bedeutend innige Anziehung zwischen der Säure und der Base zu verrathen pflegt (vergl. II, S. 267), so vermag doch diese Verbindung z. B. in der unmittelbaren Berührung von Schwefelsäure und von Blei nicht bemerkbar vor sich zu gehen, weil die auf der Oberfläche des Blei's zuerst entstehende Schicht von schwefelsaurem Bleioxyd selbst bei ihrer äußersten Dünnheit es durch ihre Unlöslichkeit zu verhindern vermag, daß die Schwefelsäure auf das Blei unter dieser Schicht einwirke. So schadet sich auch hier ein allzu großer Eifer und hemmt sich selbst in der Verwirklichung seiner Wünsche. Anders verhält sich aber das Blei gegen die Schwefelsäure, wie auch Phosphorsäure und Salzsäure, wenn es als Oxyd mit der ihm weniger treu ergebenen Salpetersäure oder Essigsäure ein aufgelöstes Salz bildet. So wird schon eine tausendfache Verdünnung von Bleizucker getrübt, sobald man dieser Auflösung etwas Schwefelsäure oder eine Lösung von schwefelsaurem Natron (Glaubersalz) zutröpfelt, indem sich hierbei sofort das unlösliche schwefelsaure Bleioxyd bildet; ebenso wird auch durch Salzsäure oder durch Kochsalz eine Bleizuckerlösung zersetzt, indem dabei das unlösliche Chlorblei (Hornblei) entsteht.

Mit diesem verschiedenen Verhalten des metallischen Blei's und des löslichen Bleisalzes stimmt auch, noch nachträglich be-

merkt, das Silber und das lösliche Silbersalz, das salpetersaure Silberoxyd, überein. Auch das Silber wird nicht von Salzsäure aufgelöst, sondern nur an der Oberfläche angegriffen; dagegen wird das aufgelöste Silbersalz bei der geringsten Menge von Salzsäure oder von Kochsalz sofort durch so viel unlösliches Chlorsilber getrübt, als man verhältnißmäßig Salzsäure oder Kochsalz zusetzt.

Indessen wird auch das so schwer lösliche schwefelsaure Bleioxyd zersetzt und zwar, wenn man es noch im feuchten Zustande mit einer Auflösung von chromsaurem Kali, worüber wir später sprechen werden, übergießt. Es erfolgt hier eine vollständige Doppelzersetzung, indem sich die Chromsäure mit dem Bleioxyd zu dem noch unlöslicheren Chromgelb, dieser geschätzten Malerfarbe, verbindet, und die Schwefelsäure an das Kali tritt. Dies Chromgelb kann indessen wieder einen Theil seiner Chromsäure verlieren, wenn man es mit einer Auflösung von Aetzkali kocht; es entsteht dann das Chromorange. Noch mehr Chromsäure verliert das Chromgelb, wenn es mit Salpeter zusammengeschmolzen wird; es bildet sich dann das Chromroth. Das nähere über diese Farben haben wir schon früher kennen gelernt.

Wie verschieden ist aber von allen Bleisalzen das Bleipflaster, welches wir (vergl. II, S. 185) ebenfalls als eine salzartige Verbindung betrachten müssen! Gehen wir jedoch jetzt zu noch einigen anderen interessanten und wichtigen Bleipräparaten über.

Das in allen farblosen und farbigen Bleisalzen als Base vorhandene gelbe Bleioxyd kann noch unter Umständen mehr Sauerstoff aufnehmen und wird dann zur bekannten rothen Mennige. Dieses geschieht unter anderem, wenn man Bleiglätte mit Wasser befeuchtet und dann beim freien Zutritt der Luft dasselbe zwei Tage lang unter öfterem Umrühren erhitzt, ohne es schmelzen zu lassen. Beim Erhitzen wird die Mennige fast schwarz, mit dem Erkalten nimmt sie aber wieder die rothe Farbe an. Durch Säuren wird sie so zerlegt, daß daraus wieder ein Theil gelbes Bleioxyd entsteht, mit dem sie sich verbinden können. Setzt man jedoch der Mennige Zucker oder Gummi hinzu, so kann sie von den Säuren vollständig aufgelöst werden, da ihr jene organische Substanzen so viel Sauerstoff entziehen, daß sie wieder zu Bleioxyd wird. Wenn man endlich die Mennige mit verdünnter Salpetersäure erhitzt, so

bildet sich aus einem Theil derselben noch eine höhere Oxydationsstufe des Blei's, und zwar das eigentliche Bleisuperoxyd von brauner Farbe.

Wie begierig sich das Blei mit dem Schwefel verbindet, haben wir schon aus der Prüfung von Flüssigkeiten auf Bleisalze gesehen, wo einige Tropfen Schwefelwasserstoffwasser sogleich einen schwarzen Niederschlag bilden, wenn der Schwefel hier Blei vorfindet, mit dem er sich verbinden kann. Auch mit dem Phosphor und mit dem Kohlenstoff kann Blei Verbindungen eingehen. Wichtiger sind für uns jedoch die Legirungen mit Blei.

Das Blei läßt sich mit den meisten Metallen legiren. Das Gold macht es schon in einer geringen Menge spröde; das Silber macht es zu einem weichen, bleifarbenen Gemisch. Von diesen Legirungen kann das Blei durch Schmelzung auf der sogenannten Kapelle oder dem Treibheerde abgetrieben werden, indem sich dabei, wie bekannt, das Blei oxydirt und auf die Oberfläche bei bedeutenden Hitzegraden im flüssigen Zustande abscheidet.

Von großer praktischer Bedeutung ist das sogenannte Schriftgießermetall. Dieses wird verschiedenfach aus Blei und Antimon, oft auch mit einem geringen Zusatz von Eisen, Zink oder Wismuth bereitet. Nach einer häufig empfohlenen Angabe geben 16 Th. Blei und 1 Th. Antimon ein gutes Schriftgießermetall. Durch einen zu bedeutenden Zusatz von Antimon, etwa $\frac{1}{3}$ Antimon auf 1 Th. Blei, entsteht nach Berzelius schon eine zu spröde Masse. Mit Kupfer verbindet sich das Blei in starker Rothglühhitze und soll hier nach Poppe eine Legirung geben, welche sich zu größeren Buchdruckertypen empfiehlt.

Bei der Bereitung des Bleischrotes setzt man oft dem Blei etwas Arsen hinzu, wodurch das Blei eine vollkommene Rundung erhält. Das geschmolzene Blei wird in einen Cylinder gegossen, dessen Umfang durchgängig mit Löchern versehen ist. Das Blei, durch diese Löcher fließend, zertheilt sich in Tropfen, welche man in Wasser fallen läßt, wo sie fest werden. Je größer die Höhe ist, von welcher die Tropfen herabfallen, ehe sie das Wasser erreichen, desto runder und glatter werden sie. Man läßt daher zuweilen die Bleitropfen von der Höhe eines Thurmes ins Wasser

fallen. Diejenigen Schrotkörner, welche nicht vollständig rund sind, werden abgesondert und noch einmal umgeschmolzen.

Blei und Zinn schmelzen in allen Verhältnissen zusammen. Sie geben das Metall zu Orgelpfeifen; auch ist fast alles von den Zinngießern verarbeitete Zinn etwas mit Blei versetzt. Die Ermittelung des Bleigehaltes in der Zinnwaare ist sehr schwierig. Man hat versucht, wie Berzelius bemerkt, aus dem spezifischen Gewicht eines solchen mit Blei versetzten Zinns dessen Bleigehalt zu ermitteln, sich jedoch auch bald überzeugt, daß das Zinn durch einen Zusatz des schwereren Blei's nicht, wie zu erwarten stand, schwerer, sondern nach Verhältniß leichter werden kann. Dieses Leichterwerden des Zinns durch Blei erklärt sich daraus, daß das Gemenge beider Metalle beim Zusammenschmelzen sich ausdehnt. Bei anderen Legirungen, wie z. B. von Blei und Wismuth, tritt wieder eine Verdichtung, also eine Zunahme des spezifischen Gewichtes ein, so daß überhaupt eine Berechnung dieses Gewichtes nur dazu dienen könnte, jede besondere Legirung für sich allein von anderen unterscheiden zu lassen.

Gleiche Theile Blei und Zinn geben das Schnellloth der Klempner. Diese Verbindung ist merkwürdig wegen der Leichtigkeit, womit es sich bei der Glühhitze entzündet und ohne Mitwirkung äußerer Wärme zu brennen fortfährt, wobei das neugebildete Oxyd in blumenkohlähnlichen Verästelungen herauswächst. Bisweilen erhitzt es sich so, daß ein großer Theil verraucht.

Das Schnellloth der Klempner erinnert uns nachträglich an die beiden Metallmischungen zum Löthen des Goldes und des Silbers. Das erstere, Goldschlagloth genannt, pflegt aus 6 Th. reinem Gold, 1 Theil reinem Silber und 2 Theilen Kupfer zu bestehen; das Silberschlagloth bereitet sich der Silberarbeiter aus 2 Theilen reinem Silber und 1 Theil Messing. Ebenso braucht man auch zum Löthen des Kupfers, Messings ꝛc. eine strengflüssigere Metallmischung (Hartloth).

Das Blei und seine Salze gehören zu den gefährlichsten Giften. Bleisalze bewirken eine Art Lähmung in den Gedärmen und das entsetzlichste Reißen, welches unter dem Namen Bleikolik bekannt ist. Dieser Krankheit sind auch die Arbeiter in Bleiweißfabriken ausgesetzt, und sie ist denselben um so gefährlicher, weil

sie langsamer kommt und deshalb größere Schmerzen verursacht, die den Hülfsmitteln der Arzneikunst hartnäckig widerstehen. Oft werden dabei Arme und Beine lahm und dem Unglücklichen kann nicht geholfen werden.

Zinn.

Das Zinn kommt in der Natur nie gediegen, sondern am häufigsten als Oxyd mit anderen Metalloxyden als Zinnstein, dann, jedoch seltener, mit Schwefel verbunden im Zinnkies vor. Es gehört zu den am frühesten bekannt gewesenen Metallen; denn schon die Phönizier holten dasselbe von den britischen Inseln, die deshalb auch die Zinninseln hießen. Auch in unserer Zeit kommt das meiste Zinn aus England; das reinste Zinn jedoch kommt aus Malacca in Ostindien und dann aus Mexiko. Auch wird viel Zinn in Sachsen und in Ungarn gewonnen. Das Zinn ist meist von Antimon, Kupfer und Zink begleitet, welche bei der Gewinnung des Zinns aus dem Zinnstein, und zwar durch eine Schmelzung mit Kohle, nicht ganz entfernt werden können.

Will man chemisch reines Zinn darstellen, so muß man das im Handel vorkommende reinste Zinn einige Zeit mit Salpetersäure kochen, das weiße Pulver, welches hier reines Zinnoxyd ist, wiederholt mit Wasser auswaschen, d. h. mit Wasser schütteln und dann das klar gewordene Wasser abgießen, und nun mit ungefähr ¼ Kohlenpulver in einem leicht bedeckten Schmelztiegel eine halbe Stunde lang erhitzen, worauf sich auf dem Boden des Tiegels ein reines Zinnkorn vorfinden wird. Eigenthümlicherweise verwandelt bei diesem Experiment die Salpetersäure das Zinn wohl in Zinnoxyd, verbindet sich jedoch nicht mit diesem zu einem Zinnsalz. Dagegen bildet die Salpetersäure mit den etwaigen Beimischungen von Blei, Kupfer oder Eisen lösliche Salze, welche, wie angegeben, ausgewässert werden. Daß bei der Erhitzung des Zinnoxydes mit Kohle aber eine Sauerstoffentziehung oder Reduktion des Zinnoxydes vor sich gehen muß, wissen wir bereits aus vielen ähnlichen Experimenten.

Das reine Zinn läßt sich an seinem Glanz und seiner Weichheit erkennen. Das arsenhaltige Zinn ist zwar noch glänzender,

aber härter. Ferner entsteht bei der Biegung des reinen Zinns ein starker einzelner Laut; dagegen ist beim Biegen des nicht reinen Zinns der Laut schwach und knisternd. Dieses Geräusch des Zinns, welches man auch sein Geschrei nennt, rührt vom Zerreißen des Zusammenhangs seiner Theilchen her. Eine andere Eigenthümlichkeit des Zinns besteht in dem eigenen widrigen Geruch, welchen es beim Biegen oder Reiben entwickelt und der oft lange an den Fingern haften bleibt; dieser Geruch entsteht jedoch erst, sobald das Zinn mit den thierischen Theilen, z. B. mit den Fingern, in Berührung kommt.

Das Zinn ist nicht viel schwerer als Eisen, indem es im reinen Zustande kaum ein spezifisches Gewicht von 7,3 besitzt; das unreine Zinn ist jedoch meist etwas schwerer. Zum Schmelzen braucht es noch weniger Hitze, als Wismuth, da es schon bei 184 °R. in Fluß kommt. Es zeigt weniger Neigung, sich an der Luft zu oxydiren, als das Blei, weshalb es auch längere Zeit seinen Glanz bewahrt; bis zum Schmelzen erhitzt, belegt es sich allmälig mit einem weißen Pulver, der Zinnasche; in sehr hohen Hitzegraden verflüchtigt es aber und verbrennt zu weißem Zinnoxyd.

Dieses Zinnoxyd, gewöhnlich auch Zinnasche genannt, löst sich merkwürdiger Weise in keiner Säure auf und kommt auch für sich bei keiner bekannten Hitze zum Schmelzen. Da es ein sehr zartes Pulver bildet, so braucht man es häufig zum Poliren von Metall- oder Glaswaaren, Anders verhält sich schon das Zinnoxyd, das wir, wie oben angegeben, durch Erhitzen mit Salpetersäure gewinnen. Wenn dasselbe auch nicht von der Salpetersäure aufgelöst wird, so geschieht es doch, freilich etwas schwierig, von anderen Säuren. Endlich aber kann man noch ein Zinnoxyd gewinnen, welches sich in den Säuren vollständig auflöst. Dieses Zinnoxyd stellt man auf die Weise dar, daß man zerkleinerte Zinnstücke oder Stanniol in Königswasser auflöst, wobei, der Platin- oder Goldlösung ähnlich, eine zinnchloridhaltige Flüssigkeit entsteht, welche die Färber häufig gebrauchen und Zinnsolution, Composition oder, drollig genug, Physik zu nennen pflegen. Wird diese Zinnchloridflüssigkeit nun mit Aetzammoniakflüssigkeit (Salmiakgeist) gemischt, so verbindet sich das Chlor mit dem Ammonium zu Salmiak und das dem Zinnchlorid entsprechende Zinnoxyd (vgl.

II, S. 306) scheidet sich aus. Dieses Zinnoxyd, wie auch das durch Salpetersäure gewonnene, verhält sich den Alkalien gegenüber wie eine Säure und bildet mit ihnen die sogenannten zinnsauren Salze. In der Schmelzhitze des Bleioxydes giebt aber auch die oben genannte Zinnasche mit demselben eine chemische Verbindung, welche wir als Email oder Glasur der weißen Stubenöfen kennen lernen.

So viel über das Zinnoxyd und das Zinnchlorid. Es giebt noch eine niedrigere Verbindung des Zinns mit Chlor und Sauerstoff und zwar das Zinnchlorür und das Zinnoxydul. Das Zinnchlorür oder auch salzsaures Zinnoxydul kommt ebenfalls in der Färberei vielfach in Anwendung und wird durch ein Auflösen von fein zertheiltem Zinn, am besten Stanniol, in Salzsäure gewonnen, indem man von Zeit zu Zeit das Zinn mit einem Glasstäbchen aus der Säure herausnimmt, um gleichzeitig die Luft auf dasselbe einwirken zu lassen. Wird endlich die Auflösung abgedampft, so scheidet sich aus der konzentrirten Lösung beim Erkalten das Zinnchlorür kryställinisch aus. Dieses Salz, von den Färbern gewöhnlich Zinnsalz genannt, muß, vor der Luft geschützt, aufbewahrt werden, weil es sich sonst nicht mehr klar in Wasser auflöst; die Ursache davon ist die Begierde dieses Salzes, Sauerstoff aufzunehmen und somit einen Theil Zinnoxyd zu bilden. Wird eine Auflösung dieses Zinnsalzes mit Ammoniakflüssigkeit versetzt, so scheidet sich das Zinnoxydul aus. Dieses Zinnoxydul besitzt ebenfalls eine große Begierde, Sauerstoff anzuziehen, welche so weit geht, daß es im trocknen Zustande sich durch einen Stahlfunken zu entzünden und zu Zinnoxyd verbrennen vermag.

In der Färberei spielen nur das Zinnchlorid und das Zinnchlorür eine Rolle als Beize. Es ist merkwürdig, wie eben die Zinnsalze, selbst bei einem geringen Zusatz, namentlich die rothen Farben erhöhen. Dann braucht man aber auch das Zinnchlorür zur Darstellung des schönen Goldpurpurs, indem man zu einer verdünnten Lösung dieses Salzes Goldlösung tröpfelt.

In der Zeit der Alchymisterei machte eine durch Schmelzen gewonnene Verbindung des Zinns mit dem Schwefel, Musivgold genannt, wegen seines goldglänzenden Schimmers den Goldmachern viel zu schaffen; doch, wie sie es auch behandeln mochten,

dieses Musivgold wurde doch nie zu einem echten Golde. Da seine Darstellung viel Mühe und Sorgfalt erfordert, so überlassen wir sie dem Techniker, welcher dieses Präparat zur Goldbroncirung von Holz, Stein, Glas u. s. w. zu bereiten hat. Wir merken uns nur, daß es ein zweifach Schwefelzinn ist, welches in seiner Verbindung dem Zinnoxyd und dem Zinnchlorid ähnlich ist. Wird in eine Auflösung von Zinnchlorid Schwefelwasserstoffgas geleitet, so entsteht hierbei zwar auch eine solche Schwefelzinnverbindung als Niederschlag; doch ist dieser Niederschlag von schmutzig gelber Farbe und erinnert durchaus nicht an den Schimmer des Goldes.

Gehen wir jetzt zu den Zinnlegirungen über, so bemerken wir zunächst, daß, obgleich das Zinn selbst sehr dehnbar ist, es doch die geschmeidigen Metalle meist spröde und zerbrechlich macht. Dem Gold und Silber benimmt schon der Dampf des Zinns die Geschmeidigkeit, d. h. wenn es in bedeutender Hitze ohne Zutritt der Luft verflüchtigt. Ueberhaupt überzeugen wir uns bei den verschiedenen Legirungen, daß sie oft wenig oder gar nicht dem Charakter ihrer metallischen Bestandtheile entsprechen, so daß schwer schmelzbare Metalle in ihrer Verbindung leichter schmelzbar werden oder geschmeidige Metalle spröde Legirungen geben; dann wechseln auch die Eigenschaften bei denselben metallischen Bestandtheilen, je nach dem Verhältniß ihrer Mischung.

Wie das Gold und Silber durch Zinn spröde werden kann, so wird andererseits das Zinn durch einen Zusatz von dem bekanntlich sehr weichen Blei härter. Arsenik und Zinn geben eine Metallmasse, die weißer, härter und klingender, als reines Zinn ist. Ebenso giebt Zinn mit Antimon ein weißes, hartes und klingendes Gemenge, das sich zu Platten, zum Graviren von Noten, empfiehlt. Die Engländer brauchen eine Zinnantimonlegirung, Pewter genannt, zu Trinkgefäßen; die Legirung enthält nach Berzelius $\frac{1}{12}$ ihres Gewichtes Antimon. Eine andere Legirung von 1 Theil Antimon mit 3 Theilen Zinn ist geschmeidig, bekommt aber Risse an den Kanten.

Die anderen Zinnlegirungen haben wir schon früher so weit besprochen, als es für unsere Zwecke erforderlich zu sein schien. Schließlich bleibt uns noch zu beachten übrig, daß, obgleich wir das Zinn als ein unschädliches Metall schätzen, dennoch die Zinn-

salze, gleich allen anderen Metallsalzen, als Gifte zu fürchten sind. Daher werden wir auch bei unseren Experimenten der Färberei ꝛc., wo wir Auflösungen von Zinnsalzen, wie Zinnchlorür und Zinnchlorid, brauchen, die gehörige Vorsicht walten lassen, daß sie nicht mit Speisen und Getränken in Berührung kommen.

Zink.

Das Zink ist in seinem vererzten Zustande als Galmei (kieselsaures und kohlensaures Zinkoxyd) schon den alten Griechen bekannt gewesen, welche dieses Erz zum Andenken an den König Cadmus auch Cadmia nannten, weil dieser ihnen die Kunst, ein gelbes Kupfer (Messing) aus jenem Erz darzustellen, gelehrt haben soll. Das Zinkmetall selbst, in älterer Zeit auch Spiauter genannt, ist dagegen den Chinesen viel früher bekannt gewesen, als unseren Vorfahren, da es erst aus China und zwar im 16ten Jahrhundert nach Europa gebracht wurde, worauf wieder gegen zwei Jahrhunderte vergingen, bis man das Zink aus europäischen Erzen darstellen lernte. Außer als Galmei kommt das Zink auch mit Schwefel vererzt als Zinkblende in der Natur vor.

Weil das Zink schon in der Glühhitze verflüchtigt, muß bei der Reduktion (Sauerstoffentziehung) des Galmei's durch Kohle eine solche Vorrichtung getroffen werden, daß das Metall eine Art Destillation erleidet. Das so erhaltene Zink wird dann aber, um es reiner zu erhalten, noch einmal umdestillirt.

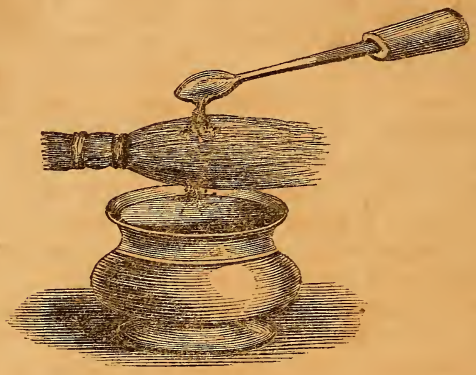
Wegen seines blätterig krystallinischen Gefüges läßt sich das Zink kaum biegen, kann jedoch unter dem Hammer leicht in größere Stücke zerschlagen werden. Es hält gleichsam zwischen den dehnbaren und spröden Metallen die Mitte. Eine Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit erhält es aber erst bei einer Hitze von 80° bis zu 120°R.; in dieser Hitze wird es so geschmeidig und dehnbar, daß es zu sehr dünnem Blech gewalzt und zu sehr feinem Draht ausgezogen werden kann. Wenn dagegen die Temperatur merklich niedriger oder höher, als die angegebene steigt, dann wird es wieder spröde; ja dieser Unterschied von Geschmeidigkeit und Sprödigkeit, tritt schon bei 163°R. so überraschend ein, daß ein Stück Zink in einem eisernen Mörser, welcher 163°R. heiß ist, zu einem

Pulver zerstoßen werden kann. Wird es endlich noch weiter erhitzt, so beginnt es bei 288 °R. zu schmelzen, kommt bei einer noch erhöhteren Temperatur ins Kochen und destillirt, wie schon angedeutet, in verschlossenen Gefäßen metallisch über, während es sich bei seiner Kochhitze an der freien Luft entzündet und mit einem dicken, weißen Rauch verbrennt. Man kann schon im Kleinen beim Zink, wie bei anderen Metallen, ein solches Verbrennungsexperiment vor einer Löthrohrflamme anstellen, wenn man sie auf ein Stückchen Zink leitet, das auf einer Holzkohle liegt. Der sich hier bildende Rauch verdichtet sich zu den sogenannten weißen Zinkblumen, welche nichts anderes, als reines Zinkoxyd sind, wenn das Metall rein gewesen war.

Außer dem merkwürdigen Wechsel von Sprödigkeit und Dehnbarkeit zeichnet sich das Zink auch noch durch eine andere überraschende Eigenschaft aus; diese besteht darin, daß dicke Zinkscheiben, auf glühende Kohlen gelegt, bei der Temperatur des schmelzenden Siegellacks vernehmbare Töne hören lassen. Ebenso tönt das Zink, wenn es erwärmt und dann plötzlich durch aufgelöste Eisstücke oder noch besser durch eine Kälte erregende Mischung abgekühlt wird. Dieses Tönen erklärt sich durch ein Zerreißen seines krystallinischen Gefüges, wenn es durch die Erwärmung ausgedehnt oder durch die Erkältung verdichtet wird. Auch bemerkt man oft beim Biegen des Zinks ein Tönen, wie beim Zinn.

Das Zink verliert an der feuchten Luft seinen metallischen Glanz und wird matt und weißgrau, was eine beginnende Oxydation anzeigt. Es besitzt ein spezifisches Gewicht von 6,8 und ist also um etwas weniger schwer, als Eisen, dessen spezifisches Gewicht = 7 ist. Es zeigt nicht nur zum Sauerstoff eine große Anziehung, sondern hat auch ein großes Bestreben, sich mit allen Säuren zu Salzen zu verbinden. Weil das schwefelsaure, salpetersaure und salzsaure Zinkoxyd in Wasser auflöslich ist, so löst sich auch das Zink in diesen Säuren rasch auf, besonders wenn sie mit Wasser verdünnt sind, weil, wie wir es schon bei der Wasserstofferzeugung gesehen haben, das Wasser durch das Zink zersetzt wird, damit das Zink erst mit dem Sauerstoff des Wassers zur Base werde. Selbst eine Potaschenlauge und die Ammoniakflüssigkeit lösen das Zink unter Wasserstoffentwickelung langsam auf.

Um zur Auflösung des Zinks in Säuren das Metall in einem gleichmäßig zerkleinerten Zustande zu haben, bringt man es in einem Blechlöffel zum Schmelzen und gießt dann, wie die folgende Figur zeigt, die geschmolzene Masse über Wasser durch einen vorher angefeuchteten Besen. Dieses Verfahren nennt man das Granuliren; es kann bei Zinn, Wismuth, Blei, wie überhaupt bei allen leicht schmelzbaren Metallen zu ähnlichen Zwecken leicht in Anwendung gebracht werden.



Figur 55.

Wegen der großen Neigung des Zinks, Salze zu bilden, schlägt es die meisten Metalle aus ihren Auflösungen nieder. Ein Beispiel hierfür haben wir bereits bei der Bildung des Bleibaums gesehen.

Die bekanntesten Zinksalze sind das schwefelsaure Zinkoxyd, auch Zinkvitriol, weißer Vitriol, weißer Galitzenstein u. s. w. genannt, und dann das kohlensaure Zinkoxyd. Das erstere Salz kommt auch natürlich im Grubenwasser gewisser Bergwerke vor, wird aber meist fabrikmäßig aus dem natürlichen Schwefelzink (Zinkblende) durch Rösten, Auslaugen und Abdampfen gewonnen. Es kommt namentlich in der Färberei in Anwendung. Das kohlensaure Zinkoxyd kommt natürlich als Zinkspath und dann, wie schon angeführt, mit Kieselsäure verbunden, als Galmei vor. Das kohlensaure Zinkoxyd wie das reine Zinkoxyd werden in der

Malerei gebraucht und führen dann, oft gemeinschaftlich, den sonderbaren Namen weißes Nichts. Dieser Name rührt daher, daß man in früherer Zeit den weißen, sich verdichtenden Rauch, d. h. das Zinkoxyd, welches sich beim Schmelzen des Galmei's mit Kupfer zur Messingbereitung an den obersten Theilen der Oefen verdichtete, als etwas Unbrauchbares betrachtete. Da überhaupt die alten Chemiker sehr erfinderisch in sonderbaren Namen waren, so nannten sie auch das sich zu Flocken schon in der Luft verdichtende Zinkoxyd philosophische Wolle.

Das Schwefelzink wird aus der Auflösung eines Zinksalzes nur dann reichlich, und zwar als ein weißer Niederschlag, erzeugt, wenn man eine Mischung von Schwefelwasserstoff und Ammoniakflüssigkeit in die Zinksalzlösung bringt. Daher bedient man sich auch dieser Mischung, um Flüssigkeiten, Getränke u. s. w. auf Zink zu prüfen. Da die Zinksalze giftig sind, so hat man sich überhaupt, wie wir es schon aus einer unserer früheren Unterhaltungen gesehen haben, vor der Anwendung von Zinkgefäßen für Milch, Butter u. s. w. wohl zu hüten.

Was endlich die Zinklegirungen betrifft, so haben wir die wichtigsten derselben schon bei den vorhergegangenen Metallen genügend besprochen. Wird, beiläufig noch bemerkt, 1 Theil Zink und 1 Theil Zinn zusammengeschmolzen und dann mit 2 bis 3 Theilen Quecksilber gemischt, so erhält man ein Amalgam, welches sich zum Bestreichen des Reibezeugs an Elektrisirmaschinen empfiehlt.

Cadmium.

Dieses seltenere Metall, erst in diesem Jahrhundert entdeckt, findet sich nur als Einmengung in den Zinkerzen, besonders in den schlesischen. Es ist flüchtiger, als Zink, und destillirt daher bei der Destillation des Zinks zuerst über.

Es hat die Farbe des Zinns, ist weich und färbt wie Blei ab. Gegen Säuren verhält es sich wie Zink.

Die Cadmiumsalze sind bis jetzt noch nicht in Anwendung gekommen. Dagegen wird das Schwefelcadmium oder Cadmiumgelb sowohl in der Malerei wie in der Färberei als eine schöne gelbe Farbe sehr geschätzt. Es wird dadurch am einfachsten

dargestellt, daß man das Cadmium in einer verdünnten Säure, z. B. angewässerter Schwefelsäure, auflöst, bis sich noch Wasserstoff entwickelt, und dann in die klar filtrirte Auflösung Schwefelwasserstoff leitet, wobei sich sofort das gelbe Schwefelcadmium niederschlägt.

Kobalt und Nickel.

Diese beiden Metalle verdanken ihre Namen den Bergleuten früherer Jahrhunderte, welche sich durch den Glanz der Kobalt- und Nickelerze verleiten ließen, dieselben als ein herrliches Silbererz u. dergl. zu begrüßen, beim Schmelzen aber sich nur zu bald überzeugten, daß sie nichts weniger als die gewünschten Schätze boten, indem diese Erze mit Verbreitung eines widerlichen Knoblauchgeruchs in der Hitze zu einer grauen Asche wurden. Wer konnte nach dem alten Bergmannsglauben solch einen Streich spielen, als die neckenden Erdgeister, wie Kobalt und Nickel, und so wurden die betreffenden Erze auch mit diesen Namen bezeichnet. Betrachten wir jedoch diese beiden Metalle im Einzelnen und sehen wir, durch welche brauchbare Eigenschaften sie sich dem Kunstsinn der Menschen nützlich machen.

Das Kobalt findet sich nicht sehr häufig, hauptsächlich aber, mit Speiskobalt und mit Schwefel und Arsen als Glanzkobalt. In der Regel ist in diesen Erzen zugleich Nickel enthalten, wie denn auch diese beiden Metalle in Meteorsteinen gefunden worden sind.

Freilich kommt das Kobaltmetall selbst nicht in Anwendung; dagegen hat sich aber das Kobaltoxyd, an sich von aschgrauer Farbe, zu einem schönen Blaufärben der Glasflüsse ganz besonders empfohlen. Die im Handel unter dem Namen: Smalte, Königsblau, Kobaltblau und Eschel erscheinende dauerhafte Farbe ist nichts anderes, als ein solches durch Kobaltoxyd gefärbtes Glas im gepulverten Zustande.

Um die Smalte darzustellen, werden die Kobalterze geröstet, wodurch sie einen großen Theil ihres Arsens und Schwefels verlieren, dann gepulvert und mit mehr oder weniger Sand oder Potasche zu Glas geschmolzen. Dieses Glas wird noch flüssig in kaltes Wasser gegossen, wodurch die Masse rissig und so spröde

wird, daß sie sich nun auf eigenen Mühlen leicht zermahlen läßt. Wird dagegen das geröstete Kobalterz nur mit dem doppelten Gewicht Quarzpulver oder feinem Sand gemengt, dann mit Wasser angefeuchtet und in Tonnen gestampft, so führt diese Mischung den Namen Zaffer. Die Fabriken, wo man diese Farben darstellt, werden Blaufarbenwerke genannt.

Die nicht verflüchtbaren Metalle, welche in den Kobalterzen enthalten waren und wie Nickel, und dann auch Wismuth und Silber, sich nicht bei dem Schmelzprozesse im Glase auflösen, scheiden sich am Boden der Schmelzgefäße (Thonhäfen) als ein metallisches Gemenge aus, welches Kobaltspeise genannt und zur Gewinnung des Nickels, wie wir weiter unten sehen werden, gebraucht wird.

Das Kobalt selbst hat man erst seit dem vorigen Jahrhundert in seinem metallischen Zustande kennen gelernt, nachdem man schon viele Jahrhunderte früher, wie die blauen Gläser alter Kirchen beweisen, die Kobalterze zur Glasfärberei zu benutzen gewußt hatte. Es ist ein röthlich graues Metall von schwachem Glanz, sehr hart und gehört zu den strengflüssigsten Metallen, so daß es schwerer schmilzt, als Gold. Von Luft und Wasser wird es nicht angegriffen, doch oxydirt es in der Rothglühhitze und wird von verdünnten starken Säuren unter Einwirkung von Wasserstoff aufgelöst. Alle Kobaltsalze sind mehr oder weniger gefärbt; mehrere dieser Salze, wie das schwefelsaure Kobaltoxyd, sind roth. Das Chlorkobalt haben wir schon früher zur Darstellung einer sympathetischen Tinte kennen gelernt. Endlich giebt eine Verbindung von Kobaltoxyd und Zinnoxyd eine vortreffliche grüne Farbe, das Kobaltgrün oder Riemann'sches Grün.

Die Legirungen von Kobalt sind noch nicht gehörig untersucht worden. Eine natürliche Legirung bilden, wie schon oben angedeutet, Kobalt und Arsen. Mit Blei und Zink verbindet sich dieses Metall sehr schwer.

Gehen wir nun zum Nickel über, so erinnern wir uns zunächst, daß es im Neusilber u. s. w. eine bedeutende Rolle spielt. In einer anderen Beziehung hat dieses seltenere Metall bis jetzt noch nicht eine technische Anwendung gefunden; daher mag uns nur noch Folgendes über seinen Charakter genügen.

Am häufigsten wird das Nickel aus der Kobaltspeise durch einen etwas schwierigen Prozeß dargestellt. Im reinen geschmolzenen Zustand besitzt es eine silberweiße Farbe und stimmt andererseits darin mit dem Eisen überein, daß es sich nicht nur hämmern und in der Glühhitze erweichend, schweißen läßt, sondern daß es auch von dem Magnete angezogen wird. Außerdem zeichnet sich das Nickel auch noch dadurch aus, daß es selbst nicht in feuchter Luft rostet und erst bei längerem Glühen oxydirt; dagegen wird es ebenfalls von den meisten verdünnten Säuren angegriffen und unter Entwickelung von Wasserstoff aufgelöst. Zur Darstellung von Neusilber und den ähnlichen Legirungen wird gewöhnlich ein im Handel erscheinendes Nickel gebraucht, das aus porösen, dunkelgrauen ungeschmolzenen Stücken besteht und noch etwas Kobalt, wie auch Kohle und Sand, enthält.

Eisen.

Endlich sind wir zu demjenigen Metall gelangt, welches wir als das allerbrauchbarste und segensreichste bezeichnen müssen. Das Eisen ist es, welches uns durch die Werkzeuge, die es uns liefert, zu der reichhaltigsten Kultur verhalf und selbst Wunderwerke des menschlichen Kunstsinns, wie z. B. die Eisenbahnen, möglich gemacht hat, im Vergleich mit denen die sieben Wunderwerke des hohen Alterthums nur sehr anspruchslos erscheinen müssen. Was aber dem menschlichen Geschlecht am segensreichsten sein sollte, das hat es sich oft mit großer Mühe zu erringen und so gehört auch ein eiserner Fleiß dazu, um sich des Eisens, welches tief im Schooß der Erde oder vielmehr der Erdkruste ruht, zu bemächtigen, um dann durch seine Macht zur Beherrschung der Natur zu gelangen.

Im gediegenen Zustande neben etwas Nickel und Kobalt hat man das Eisen in den geheimnißvollen Meteorsteinen gefunden, die wahrscheinlich nicht Erzeugnisse unserer Erde sind. Einen der größten Meteorsteine fand man in Südamerika, man schätzte sein Gewicht auf 30,000 Pfund. Auch hat man in Nordamerika Lager von gediegenem Eisen entdeckt. Das meiste Eisen findet sich jedoch im vererzten Zustande und zwar mit Sauerstoff und Schwefel.

Die besten Eisenerze kommen im Urgebirge, gewöhnlich in sehr

mächtigen Lagern vor. Von dieser Art sind die Erze, welche in Schweden gefunden werden, weshalb auch das schwedische Eisen vorzüglich geschätzt wird. Dahin gehören der Eisenglanz und der Eisenmagnetstein. Letzterer besteht aus Eisenoxyd und Eisenoxydul und wirkt ebenso magnetisch, d. s. Eisen anziehend, wie er andererseits sich auch vom Magnet anziehen läßt; dieses Eisenerz ist schwarzgrau, mehr oder weniger glänzend. Der Eisenglanz erscheint theils krystallisirt in glänzenden, harten, stahlgrauen Stücken, theils findet er sich aber auch in Schuppen, welche beim Reiben ein rothes Pulver geben, oder als sogenannter Blutstein (Haematites); diese drei Arten des Eisenglanzes sind gewöhnlich reines Eisenoxyd; durch einen kleinen Eisenoxydulgehalt pflegen sie noch auf die Magnetnadel zu wirken.

Außerdem finden sich auch in anderen Ländern sehr reichlich der Spatheisenstein (kohlensaures Eisenoxydul), Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat), wozu die sogenannten Sumpf-, Rasen- und Wiesenerze gehören, und dann die Thoneisensteine, (Röthel, Bolus u. s. w.), welche letztere, den Steinkohlenlagern zunächst liegend, zu großen Eisenfabrikationen in England das Material liefern. Was endlich das natürliche Schwefeleisen betrifft, so wird dasselbe meist auf die Gewinnung von Eisenvitriol verarbeitet. Das mit Kohlenstoff verbundene Eisen, Graphit, findet aber als Reißblei seine Anwendung.

Was wir bereits über die Gewinnung der Metalle durch Reduktion der Oxyde vermittelst Kohlenstoff kennen gelernt haben, genügt vollkommen, um uns eine Vorstellung von der Darstellung des metallischen Eisens aus seinen Erzen zu geben. Ein Experiment im Kleinen ist der Schlüssel zum Verständniß eines Experimentes im Großen; daher hierüber nur noch Folgendes.

Die Sauerstoffentziehung oder Reduktion der Eisenerze durch Kohle findet in hohen kegelförmigen Schachtöfen (Hochöfen) statt; das Erz wird hier mit Kohle und mit den erforderlichen Flußmitteln (Zuschlägen von Kalk, Thon, Sand u. s. w.) geschichtet und nun der möglichst stärksten Feuerung ausgesetzt. In der Regel bringt man hier verschiedene Eisenerze in einem Ofen zum Schmelzen, weil dieses den Fluß begünstigt; dieses Verfahren nennt man das Gattiren der Erze. Der Hochofen hat unterhalb einen

Raum, in welchem das geschmolzene Metall sich ansammelt, und hier wird es durch eine Seitenöffnung abgelassen; auch wird durch Vorrichtungen die sich bildende glasartige Schlacke von Zeit zu Zeit entfernt.

Auf diese Weise gewinnt man nun das bekannte Gußeisen, welches außer etwas Calcium, Kiesel, Schwefel u. s. w. noch etwa 4 bis 5 Prozent Kohle enthält, durch welche es zwar leichtflüssiger wird, doch auch seine Geschmeidigkeit verliert. Um dieses Guß- oder Roheisen von der Kohle und den anderen Beimengungen zu befreien, wird es der Frischarbeit oder Puddlingsarbeit unterworfen, d. h. in sogenannten Flammenöfen geschmolzen, wobei man fortdauernd Luft über die schmelzende und umgerührte (gepuddelte) Masse strömen läßt, damit ihr Kohlenstoff verbrenne. So erhält man endlich das Stab- oder Schmiedeeisen.

Man unterscheidet ein weißes und ein graues Gußeisen: das weiße Gußeisen entsteht bei höheren Hitzegraden und bei einem schnellen Abkühlen der schmelzenden Masse und eignet sich vorzugsweise zur Bereitung von Stahl und Schmiedeeisen; das graue Gußeisen, das bei einer langsamen Abkühlung entsteht, auch mehr Kohlenstoff enthält, empfiehlt sich besonders für die Eisengießerei.

Das Stabeisen, mit einem spezifischen Gewicht von 7,0, besitzt eine außerordentliche Härte und läßt sich bei jeder Temperatur hämmern. Seine Streckbarkeit wächst mit Zunahme der Temperatur, doch läßt es sich nicht zu so feinen Blättchen, wie Gold, Silber, Kupfer schlagen. Dagegen kann es zu haarfeinen Fäden ausgezogen werden; man hat sogar Perrücken aus Eisendraht gemacht. Mit zunehmender Kälte wird das Eisen härter und spröder; daher brechen eiserne Wagenachsen im Winter leichter, als im Sommer; daher springen Flintenläufe im Winter am häufigsten. Es schmilzt erst in der höchsten Weißglühhitze, und zwar bei 1200 °R.

Das Stabeisen ist indessen doch nicht völlig frei von Kohlenstoff; es enthält hiervon noch ½ Prozent, was ihm jedoch nicht schadet. Andere Beimischungeu aber ertheilen dem Eisen sogenannte Unarten, von welchen es sich durch die größte Sorgfalt bei der Bereitung nicht befreien läßt, wenn sie in den Eisenerzen enthalten waren. Enthält z. B. das Eisen etwas Schwefel, Arsen

oder Kupfer, so bekommt es die Unart, beim Rothlühen unter dem Hammer in Stücke zu zerfallen und wird dann rothbrüchiges Eisen genannt; enthält es Phosphor, so läßt es sich wohl in der Glühhitze behandeln, zerspringt aber, wenn es nach der Abkühlung gebogen wird (kaltbrüchiges Eisen). Ein chemisch reines Eisen darzustellen, ist äußerst schwierig. Ein solches Eisen ist fast silberweiß und zäher und weicher als Stabeisen.

Die Bereitung des Stahls wird gewöhnlich durch ein nicht vollständig beendigtes Frischen (Puddeln) dargestellt, so daß auch noch ein Theil Kohlenstoff in ihm zurückbleibt. Der sogenannte Cementstahl wird dadurch erhalten, daß man Stabeisen mit Kohlenpulver mehrere Tage lang in verschlossenen Behältern glüht (cementirt), wobei der Kohlenstoff die Eisenmasse durchdringt und sie so in Stahl umwandelt. Dann aber wird er noch raffinirt (gegerbt, gahr gemacht), d. h. er wird, damit er gleichförmig werde, geschmolzen (Gußstahl) oder in dünne Stäbe ausgezogen und nun zusammengeschweißt. Durch einen Zusatz von $\frac{1}{500}$ Silber wird der Stahl verbessert und führt dann den Namen Silberstahl.

Weil der Stahl mehr kohlenstoffhaltig ist, als Stabeisen, braucht er auch etwas weniger Hitze, um zum Schmelzen zu kommen. Wird der glühende Stahl schnell abgekühlt, und zwar durch Eintauchen in kaltes Wasser, so wird er hart, spröde, elastisch; beim langsamen Abkühlen dagegen wird er geschmeidig, weich; hierzu dient das schon (II, S. 37) erwähnte Anlassen des Stahls. Ebenso haben wir schon früher (II, S. 89) über die Kunst der Damascirung gesprochen.

Die Auflöslichkeit des Eisens in Säuren haben wir schon bei mehreren Gelegenheiten kennen gelernt; es bilden sich hier Eisenoxydul- und Eisenoxydsalze. Ebenso wissen wir, daß das Eisen auch ohne die Gegenwart einer Säure durch Wasser oder feuchte Luft oxydirt und den bekannten Eisenrost (Eisenoxydhydrat) bildet. Im Ganzen unterscheidet man Eisenoxydul, Eisenoxyduloxyd und Eisenoxyd. Diese, mit Wasser chemisch zu Hydraten verbunden, werden am einfachsten dargestellt, wenn man sie aus ihren Salzen, welche man vorher in Wasser auflöst, durch einen Zusatz von Aetzammoniak, Kali u. s. w., überhaupt durch eine noch stärkere Base ausscheidet, als es die genannten Eisenoxyde sind. Dabei ist es

indessen ein Kunststück, das weißgrünliche Eisenoxydulhydrat vor der Luft zu schützen, weil es nur zu begierig noch mehr Sauerstoff anzieht, um eine höhere Oxydationsstufe zu erreichen. Dieses Bestreben des Eisenoxyduls, weiter zu oxydiren, sehen wir schon an dem grünen Eisenvitriol, dem schwefelsauren Eisenoxydul, welches an der Luft mit der Zeit sich röthet und dieses noch mehr in seiner Auflösung thut. Es scheidet sich nämlich hierbei das rothe Eisenoxyd aus, welches durch Zusatz von Schwefelsäure oder einer anderen Säure wieder aufgelöst wird.

Diese kleinen Andeutungen sind für uns nicht unwichtig, wenn wir mit den Eisensalzen zu irgend einem praktischen Zweck, wie z. B. beim Färben, Tintebereiten u. s. w., experimentiren. Für die Technik hat unter den drei Oxydationen des Eisens nur das rothe Eisenoxyd eine Bedeutung, welche als Todtenkopf (Caput mortuum), Englischroth, Polirroth, Colcathar u. s. w. in den Handel kommt. Es wird bei der Destillation von Schwefelsäure aus dem natürlichen Eisenvitriol als Nebenprodukt gewonnen, Versuchsweise können wir es sehr einfach darstellen, wenn wir ein Stück Eisenvitriol in einem Blechlöffel so lange erhitzen, bis es braunroth geworden ist. Was hierbei entweicht, ist Schwefelsäure und Krystallwasser, weshalb wir bei diesem Experiment auch die Dünste durch eine Zugluft fortzuleiten haben.

Eines der wichtigsten Eisensalze ist das erwähnte Eisenvitriol. Dieses Salz und das sogenannte Blutlaugensalz (Eisencyankalium) erzeugen, wie wir es (II, S. 45—47) gesehen haben, das Berlinerblau, dessen ungleich mehr bezeichnender wissenschaftlicher Name Eisencyanürcyanid lautet.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Eisen sehr begierig und giebt damit mehrere Schwefelungsstufen, welche wir hier jedoch nicht weiter berücksichtigen wollen, da wir schon früher das Wichtigste darüber kennen gelernt haben. Von besonderem Interesse können jedoch für uns einige Eisenlegirungen sein.

Das Eisen vermag sich mit den meisten anderen Metallen zu vereinigen. Durch die Alkalienmetalle, Kalium und Natrium, wird das Eisen schmelzbarer; diese Legirung wird jedoch schon durch Wasser zersetzt. Die Legirung des Eisens mit Antimon ist weiß, hart, spröde und läßt im offenen Feuer das Antimon verdampfen;

dann scheint auch das Antimon mehr als andere Metalle die magnetische Kraft des Eisens zu beeinträchtigen. 11 Th. Gold geben mit 1 Th. Eisen eine geschmeidige, graugelbe, beinahe weiße Verbindung. Feinere Stahlarbeit kann mit Gold gelöthet werden. Platina läßt sich sogar mit Eisen zusammenschweißen. Eine Legirung von gleichen Theilen Stahl und Platina nimmt eine schöne Politur an und ihre Farbe eignet sich besonders zu Spiegeln. Eigenthümlich ist es, daß Eisen mit dem Silber sich weniger chemisch, sondern mehr mechanisch mischt; denn wenn auch beide Metalle leicht zusammenschmelzen, so trennen sie sich doch beim Erstarren. Dagegen nimmt, wie schon bemerkt, der Stahl etwas Silber auf. Ebenso läßt sich Eisen auch nicht mit Quecksilber leicht amalgamiren. Die Legirung des Eisens mit Kupfer ist untauglich, insofern das Eisen dadurch grau und kaltbrüchig wird. Man behauptet, daß eine kupferne Münze, in einen Hochofen eingeworfen, den ganzen Abstich, d. h. alles in einer Zeit zu vergießende Gußeisen, verderben soll. Eine Legirung des Eisens mit dem Zinn findet beim Verzinnen der Eisenbleche statt.

Die Eisenbleche werden auf die Art verzinnt, daß das Eisen in verdünnte Schwefelsäure (Polirwasser) eingelegt wird, um das Oxydhäutchen abzulösen; darauf wird das Blech mit Sand gescheuert, dann in geschmolzenes Talg und nun in flüssiges Zinn gestellt, welches unter einer Decke von Talg geschmolzen ist. Die ganze Masse des Eisens wird dabei vom Zinn durchdrungen, so daß, wenn das Blech nach einiger Zeit aus der schmelzenden Masse herausgenommen wird, dasselbe durch und durch zinnhaltig ist. Auf der Oberfläche bleibt aber eine dünne Lage von Zinn zurück, welche das Eisen bedeckt.

Diese Zinnlage kann dadurch in den sogenannten Metall-Atlas (Moirée metallique) verwandelt werden, daß man die Platte erhitzt, bis das Zinn geschmolzen ist, worauf es auf der erhitzten Seite durch Uebergießen mit Wasser abgekühlt wird, wobei dann das Zinn auf der anderen Seite in krystallinischen Verzweigungen anschießt, die um so kleiner werden, je schneller die Abkühlung bewirkt wird. Bestreicht man nun diese Zinnseite mit einem Gemenge von verdünnter Salzsäure und Salpetersäure, so werden die nichtkrystallisirten Theilchen aufgelöst und diese sichtbar. Die mit

Wasser und dann mit schwacher Aetzlauge abgewaschenen Bleche können dann mit einem beliebig gefärbten Firniß überzogen werden. Dieser Metall-Atlas oder Metallmohr wird häufig statt des lackirten Blechs zu kunstvollen Blechgeräthen verwendet.

Obgleich das Eisen als das unschädlichste Metall betrachtet wird und selbst die Natur dasselbe zu einer gewissen Bedeutung in der organischen Natur erhoben hat, wie es uns z. B. das Vorkommen des Eisens im Blut beweist, so gehören doch auch seine Salze zu den metallischen Giften, und können nur in sehr geringer Menge als Arzenei gegen gewisse Leiden heilbar sein. Von guter äußerlicher Wirkung sind bekanntlich die Stahlbäder und Eisen- oder Stahlwässer. Letztere haben wir schon früher bei Besprechung des Wassers kennen gelernt; die Stahlbäder werden durch Auflösung der Stahlkugeln, welche aus weinsteinsaurem Eisenoxyd und weinsteinsaurem Kali bestehen, dargestellt.

Mangan.

Dieses Metall kommt in der Verbindung mit Sauerstoff als Braunstein oder Graubraunsteinerz sehr reichlich in den Bergwerken vor. Durch Glühen läßt der Braunstein, welcher ein Superoxyd ist, und daher verhältnißmäßig mehr Sauerstoff, als andere Oxyde, besitzt, einen Theil von diesem Gase verflüchtigen, wenn es einer starken Glühhitze ausgesetzt wird. Es bleibt hierbei Manganoxyd zurück; dieses Manganoxyd hält aber um so hartnäckiger den Sauerstoff zurück, daß ihm nur in der heftigsten Weißglühhitze die Kohle diesen Sauerstoff zu entreißen vermag.

Wie das Manganoxyd sich äußerst schwer von seinem Sauerstoff trennt, so zieht das metallische Mangan, ein dem Gußeisen ähnlich sehendes Metall, den Sauerstoff auch ebenso begierig wieder an. Daher hat das Manganmetall auch nicht weiter eine technische Verwendung finden können. Dagegen braucht man den Braunstein nicht allein zur Darstellung des Chlors, mitunter auch durch Erhitzung zur Sauerstoffentwickelung, sondern er spielt auch in der Glas-, Stein- und Emailfärbung keine geringe Rolle.

So wissen wir aus einer früheren Unterhaltung, daß das gewöhnliche Bouteillenglas deshalb grün, ja oft schwarzgrün er-

scheint, weil es Eisenoxydul enthält. Wird nun zu einer solchen grünen Glasmasse, während sie schmilzt, Braunstein zugesetzt, so nimmt das Eisenoxydul einen Antheil Sauerstoff von dem Braunstein oder Manganhyperoxyd auf und wird zu Eisenoxyd, welches, wie das zurückbleibende Manganoxyd, das Glas gelb oder orangefarbig macht. Deshalb wird auf den Glashütten der Braunstein auch Glasmacherseife genannt. Setzt man endlich eine kleine Menge Braunstein einem weißen Glasfluß zu, so entsteht ein violettes Glas. Töpferwaaren und Dachziegel färbt man braun oder auch schwarz, wenn man der Bleiglasurmasse Braunstein zusetzt.

In der Färberei unterscheidet man ein schönes Dunkelbraun, Manganbister genannt. Um diese Farbe näher kennen zu lernen, müssen wir uns ein Mangansalz bereiten, und stellen dazu folgendes unterhaltende Experiment an.

Uebergießen wir Braunsteinpulver mit der gleichen Menge konzentrirter Schwefelsäure, so erhalten wir eine violblaue Flüssigkeit, welche bei der Verdünnung mit Wasser karmoisinroth und bei Zusatz von mehr Wasser blutroth wird. In dieser Flüssigkeit ist schwefelsaures Manganoxyd enthalten, ein Salz, welches nicht im trockenen Zustande erhalten werden kann, weil es einen Antheil Sauerstoff, namentlich beim Erhitzen, verliert und zu schwefelsaurem Manganoxydul wird. Auf eine ähnliche Weise kann man auch durch Uebergießen des Braunsteins mit Salzsäure eine Auflösung von Manganchlorür erhalten, wenn man die Flüssigkeit in einem Glaskolben, oder besser in einem Porzellantiegel kocht; hierbei entwickelt sich aber noch das schädliche Chlorgas.

Wenn man nun Zeug in eine solche Manganlösung taucht und dann, nachdem es trocken geworden, durch eine reine Auflösung von Kali oder Natron zieht, so wird durch eine Zersetzung des Mangansalzes das an sich weiße Manganoxydul in chemischer Verbindung mit Wasser ausgeschieden, bleibt in den Fasern des Zeuges haften und verwandelt sich an der Luft in das braune Manganoxydhydrat. Etwas ähnliches sehen wir aber, wenn wir weißes Zeug mit einer Eisenvitriollösung benetzen. Die benetzten Stellen bilden nach dem Austrocknen die bekannten Rostflecke, indem hier das Eisenoxydul zu dem rothen Eisenoxyd wird und sich ausschei-

det. Noch schneller und stärker treten diese Rostflecke hervor, wenn man das Zeug in Potaschenlauge taucht, weil sich deren Kali mit der Schwefelsäure verbindet und dabei alles Eisenoxydul sich ausscheidet und an der Luft zu dem rothen Eisenoxyd wird.

Wir haben in den angeführten Beispielen das Mangan in seiner Verbindung mit Sauerstoff, sowohl als Oxydul, wie auch als Oxyd und Superoxyd kennen gelernt. Damit ist aber noch nicht die Mannigfaltigkeit dieser Verbindungen beendigt; es kann sich unter Umständen noch eine Manganſäure und, damit das Maß voll werde, noch eine Uebermanganſäure bilden. Man hat ein Salz, mineraliſches Chamäleon genannt, das in der Auflösung die Farbe oft von Grün durch Violett zu Roth wechselt und endlich farblos wird. In diesem Salz, das man durch Erhitzen von Braunstein und Aetzkali oder Salpeter erhält, sind diese Manganſäuren enthalten und ändern mit ihrer Zersetzung auch die Farbe ihrer Verbindungen mit dem Kali.

Schwefelmangan findet sich in der Natur als Manganglanz oder Schwarzmanganerz. Auf nassem Wege kann man Schwefelmangan darstellen, wenn man in die Auflösung eines Mangansalzes Schwefelwasserstoff leitet, wo das Schwefelmangan einen fleischfarbigen Niederschlag bildet.

Merkwürdig ist es, daß das Mangan etwas von seiner großen Begierde, sich mit Sauerstoff zu vereinigen, einbüßt, wenn es etwas Phosphor enthält. Nach Berzelius ist nämlich das Phosphormangan weiß, metallisch glänzend, spröde, leichtflüssig und in der Luft unveränderlich. Was aber die Legirungen der anderen Metalle mit Mangan betrifft, so ist unter ihnen nur das Eisen, welches durch einen Mangangehalt gewinnt, indem es dadurch eine weißere Farbe erhält, härter und spröder wird und sich deshalb besonders zur Stahlfabrikation empfiehlt.

Antimon.

Wie das Mangan sich zugleich mit Sauerstoff zur Base und zur Säure verbinden kann, so haben wir eine ähnliche Eigenschaft auch am Gold und Zinn wahrgenommen, obgleich Mangan, Gold und Zinn sich in anderer Beziehung wesentlich unterscheiden. Das

Vermögen, bald als Base, bald als Säure, Salze zu bilden, besitzt aber in einer ganz vorzüglichen Weise das Antimon, welches uns gegenwärtig unterhalten soll.

Das Antimon (Spießglanzkönig) findet sich selten gediegen in Verbindung mit anderen Metallen, wie im Spießglanzsilber; häufiger kommt es oxydirt vor, wie in der Antimon-Blüthe und dem Weißspießglanzerz, am meisten jedoch ist es mit Schwefel vererzt, wie im Graupießglanzerz. Außerdem findet sich noch eine eigenthümliche Verbindung von Schwefelantimon und Antimonoxyd in dem krystallinischen Rothspießglanzerz.

Ohne hier auf die Gewinnung des Antimonmetalls aus seinen Erzen näher einzugehen, da sie der Darstellung der vorhergegangenen Metalle mehr oder weniger entspricht, wenden wir uns lieber sofort an seine Eigenschaften.

Das reine Antimon ist silberweiß, doch nähert sich seine Farbe, wenn es nicht ganz rein ist, der des Zinns. Es besitzt ein blätteriges, strahliges Gefüge (Textur) und ist so spröde, daß es sich leicht zu Pulver stoßen läßt. Das Antimon hält zwischen den strengflüssigen und leichtflüssigen Metallen die Mitte, indem es bei beginnender Rothglühhitze in Fluß kommt, wobei es beim Luftzutritt in weißen, geruchlosen Dämpfen verflüchtigt. Gießt man geschmolzenes Antimon, um es erkalten zu lassen, in ein kegelförmiges Gefäß, so krystallisirt es sternförmig, mit Strahlen, die von der Achse ausgehen. Ein interessantes Experiment besteht darin, daß man ein kleines Stück Antimon auf Kohle vor dem Löthrohr erhitzt, bis das Metall ins Kochen geräth, und daß man es dann auf den Fußboden fallen läßt; bei dieser Gelegenheit entsteht aus der zerspringenden Metallkugel ein leuchtender Stern. Diese Eigenschaft theilt übrigens das Antimon mit anderen leichtflüssigen und leichtentzündlichen Metallen, z. B. mit dem Wismuth und besonders mit dem Zinn. An der Luft und im Wasser verändert sich das feste Antimon kaum bemerkbar, doch darf man über das glühende Metall keine Wasserdämpfe streichen lassen, weil es sich dann unter Explosion oxydirt. Das spezifische Gewicht des Antimons beträgt 6,7.

Mit dem Sauerstoff, Schwefel, Chlor u. s. w. vereinigt sich das Antimon in verschiedenen Verhältnissen. So ist das an der

Luft verbrannte Antimon nur Antimonoxyd. Wenn man dagegen Antimonpulver mit Salpetersäure übergießt und erhitzt, so muß die Salpetersäure einen Theil ihres Sauerstoffs dazu hergeben, um das Antimon zu antimoniger Säure zu oxydiren. Diese bildet ein unlösliches weißes Pulver und bleibt ungelöst zurück, so daß also die Salpetersäure das Antimon ebenso wenig wie das Zinn aufzulösen vermag. Aber auch das Antimonoxyd wird nicht von Salpetersäure aufgelöst, sondern dasselbe verwandelt sich in ein gelbliches in Wasser und Säuren unlösliches Pulver, das sich mit mehreren Basen verbindet und die Antimonsäure bildet.

Der bekannte Brechweinstein, welcher oft schon in wenigen Granen als wirksames Brechmittel gebraucht wird, ist weinsteinsaures Antimonoxyd in Verbindung mit weinsteinsaurem Kali, also ein Doppelsalz. Die antimonige Säure färbt die Glasflüsse gelb und orange; die Antimonsäure aber giebt mit Bleioxyd unter angemessenen Umständen das als Malerfarbe beliebte Neapelgelb.

Unter den drei Verbindungen des Schwefels mit Antimon ist der sogenannte Goldschwefel als Arzeneimittel gegen Husten bekannt. Ein antimonoxydhaltiges Schwefelantimon von rother Farbe heißt mineralischer Kermes.

Der Gebrauch der Antimonpräparate als Heilmittel war im Mittelalter zuerst in den Klöstern üblich; doch ging man mit ihnen so unachtsam um, daß sie in Paris gänzlich verboten wurden. Daher erhielt ihr Metall seinen Namen, der von dem griechischen Worte anti (gegen) und dem französischen moine (Mönch) abgeleitet ist.

Die Legirungen mehrerer Metalle mit dem Antimon haben wir bereits kennen gelernt; vorzugsweise dient das Antimon dazu, Blei und Zinn härter zu machen.

Chrom.

Dieses Metall ist noch mehr, als das Antimon, geneigt, Säuren zu bilden; so verhält sich auch selbst das Chromoxyd gegen Basen als eine Säure. In der Natur kommt es nur mit Sauerstoff verbunden vor, und zwar als Chromeisenstein, Chromocker und Rothbleierz (chromsaures Bleioxyd).

Obgleich dieses Metall noch nicht lange bekannt ist, so hat es doch in seinen schönen farbigen Präparaten eine sehr verbreitete Anwendung gefunden. Wie das Antimon, verändert sich auch das Chrommetall nicht an der Luft. Ebenso wird es auch von den bekannten Säuren nicht leicht angegriffen und das Königswasser wirkt nur sehr wenig darauf ein. Zur Darstellung der farbigen Chrompräparate braucht man meist nur das chromsaure Kali, welches durch ein Schmelzen des Chromeisensteins mit Kali erhalten wird, indem hierbei durch den Sauerstoff der Luft aus dem Chromoxyd die Chromsäure wird, die sich dann mit dem Kali verbindet.

Von dem käuflichen rothen oder doppeltchromsauren Kali löst sich 1 Th. in etwa 10 Th. Wasser zu einer orangefarbigen Flüssigkeit auf. ¼ Th. Aetzkali, in etwas Wasser aufgelöst und der orangefarbigen Flüssigkeit zugesetzt, macht dieselbe hellgelb, indem sich jetzt das neutrale chromsaure Kali in der Auflösung bildet. Gießt man jedoch zu der orangefarbigen Flüssigkeit so lange eine Bleizuckerlösung, bis ein Niederschlag erfolgt, so besitzt man in diesem das bekannte Chromgelb oder chromsaure Bleioxyd. Die Farbenfabrikanten machen daraus, durch eine verschiedene Vermischung mit Gyps, Kreide, Thon u. s. w., verschiedene gelbe Farben, welche unter dem Namen Kaisergelb, Königsgelb, Parisergelb, Neugelb u. s. w. in den Handel kommen. Das Chromorange entsteht aus dem Chromgelb durch Erhitzung desselben mit Potasche, Soda oder Kalk; ebenso bildet sich aus Chromgelb durch ein Erhitzen desselben mit Salpeter das Chromroth, welches, chemisch betrachtet, basisch chromsaures Bleioxyd ist und dadurch entsteht, daß das Kali des Salpeters dem Chromgelb die Hälfte der Chromsäure entzieht.

Diese kleinen Experimente gewähren ebenso viel Unterhaltung wie Belehrung über die theilweise Zersetzung mancher Salze. Führen wir diese Experimente noch weiter aus, so sehen wir, daß das Chromgelb auch in eine grüne Flüssigkeit verwandelt werden kann, wenn man es z. B. in einer kleinen Schale mit Salzsäure kocht. Es entsteht hierbei das lösliche grüne salzsaure Chromoxyd oder Chlorchrom, indem die Hälfte Sauerstoff der Chromsäure mit dem Wasserstoff eines Theiles Salzsäure sich zu Wasser ver-

bindet und gleichzeitig das freiwerdende Chlor entweichen läßt, wie wir eine ähnliche Zersetzung der Salzsäure beim Königswasser und dann auch bei der Chlordarstellung aus Braunstein gesehen haben. Aus dem löslichen grünen Chlorchrom entsteht aber endlich das sich als Schmelzfarbe auf Glas und Porzellan auszeichnende Chromgrün (Chromoxyd), wenn die grüne Flüssigkeit mit Wasser noch weiter verdünnt, dann mit Aetzammoniak versetzt und endlich der grüne Niederschlag getrocknet und geglüht wird. Das Ammoniak bildet hier mit der Salzsäure Salmiak, das sich ausscheidende wasserhaltige Chromoxyd wird aber durch das Trocknen und Glühen von seinem Wasser befreit.

Die Chromsäure, welche aus dem rothen chromsauren Kali durch die stärkere Schwefelsäure bei einer gehörigen Behandlung dargestellt werden kann, ist ein rothes krystallinisches Pulver. Diese rothe Chromsäure kann für sich keine technische Anwendung finden, weil sie durch alle leicht brennbare, also nach Sauerstoff begierige Stoffe oft unter explodirenden Feuererscheinungen zersetzt wird und dabei das grüne Chromoxyd bildet. Aus dieser Ursache wäre es auch den Unkundigen zu rathen, weder Chromsäure darstellen, noch mit derselben experimentiren zu wollen; aber auch bei den oben angeführten Experimenten hat man nicht wenig vorsichtig zu sein, weil das rothe chromsaure Kali durch seinen Ueberschuß von Chromsäure als ein stark ätzendes Gift zu fürchten ist.

Manche Färber, welche mit diesem Salz noch nicht vertraut waren und ihre Finger mit seiner Auflösung in Wasser benetzten, bekamen sehr schlimme, tieffressende Geschwüre an Händen und Füßen. Das rothe chromsaure Kali kann daher zur Aetzung angewandt werden und hat sich, bei einem vorsichtigen Gebrauch, als das beste Aetzmittel gegen Warzen empfohlen. Es versteht sich von selbst, daß es auch in der geringsten Menge innerlich genommen tödtlich wirkt. So wollte bei einer der ersten Anwendungen dieses Chromsalzes zur Färberei ein Arbeiter eine Kufe, worin sich eine Auflösung dieses Salzes befand, mittelst eines Hebels entleeren, und als er aus letzterem die Luft auszog, kam ihm etwas von der Lauge in den Mund. Trotz des Ausspeiens trat doch nach wenigen Tagen eine starke Entzündung im Schlunde und Magen und gleich darauf ein heftiges Blut- und Schleimbrechen

ein, welches in wenigen Stunden seinen Tod herbeiführte. Als das beste Hülfsmittel bei einer solchen Vergiftung, wo überhaupt noch Rettung möglich war, hat sich die kohlensaure Magnesia empfohlen. Die unlöslichen Chrompräparate sind weniger gefährlich.

Arsen.

Während Antimon und Chrom noch neben ihrer Säurebildung als Base eine Rolle in den chemischen Verbindungen spielen, hat die Natur das Arsen dazu bestimmt, daß es mit dem Sauerstoff nur Säuren giebt. Worin überhaupt die Ursache des so verschiedenen Verhaltens der Metalle gegen Sauerstoff, und dann auch in einer ähnlichen Weise gegen Schwefel und die Salzbilder Chlor, Brom u. s. w. liegt, ist bis jetzt noch nicht ermittelt worden; jedenfalls aber nähert sich das Arsen darin, daß es keine Salzbase mehr bildet, den nichtmetallischen Elementen, deren niedrigere Oxydationsstufen, wie z. B. Kohlenoxydgas, Phosphoroxyd u. s. w., weder sauer noch basisch, also indifferent sind.

Das Arsen findet sich in gediegenem Zustand mit wenigen Prozenten Antimon und Eisen vereinigt vor; dann aber haben wir es auch schon, mit Kobalt vereinigt, als Speiskobalt, und mit Kobalt und Schwefel, als Glanzkobalt kennen gelernt. Ebenso erscheint es auch im Arsenikkies, welcher Arsen, Schwefel und Eisen enthält, wie überhaupt als Beimischung mehrerer anderen Erze, was sich denn auch durch den knoblauchähnlichen Geruch zu erkennen giebt, wenn sie geröstet werden. Als Schwefelarsen bietet ihn die Natur im rothen Realgar und gelben Operment und endlich als Arsensäure in der sogenannten Arsenikblüthe.

Im Handel erscheint das natürliche Arsenmetall oft unter dem unrichtigen Namen Scherbenkobalt; das künstlich dargestellte Arsenikmetall, welches an der Luft schwarz wird, braucht man auch zur Vertilgung der Fliegen, weshalb es in den Apotheken und Droguerien unter dem Namen Fliegenstein verkauft wird. Das frisch dargestellte Arsen ist stahlgrau und hat einen vollkommen metallischen Glanz, welchen es jedoch bei seiner großen Anziehung zum Sauerstoff bald verliert. Es ist unter allen Metallen das flüchtigste, indem es schon bei 144°R. verdampft; ebenso ist es

eins der leichtesten unter den schweren Metallen, da es kaum sechs mal schwerer als Wasser ist. Es läßt sich pulvern, kann sich aber auch durch die beim starken Stoßen oder Reiben sich entwickelnde Wärme entzünden. Ebenso oxydirt es auch sehr schnell beim Anfeuchten mit Wasser.

Daß das Arsen nur in dem Augenblick, wo es zu arseniger Säure verbrennt, den eigenthümlichen Knoblauchgeruch entwickelt, ist uns schon aus unseren früheren Unterhaltungen bekannt. Ebenso haben wir im 29. Kapitel (I, S. 457) das Wichtigste über die Eigenthümlichkeiten der arsenigen Säure und der Arsenikſäure kennen gelernt und können uns hier eine weitere Besprechung derselben ersparen.

In der Färberei (vergl. II, S. 48 u. 49) braucht man die arsenige Säure (weißer Arsenik), das arsenigsaure Kali und die Arsenikſäure als scharfe Aetzmittel. Die Arsenik- oder Arsensäure wird aber aus der ihr ähnlichen arsenigen Säure hergestellt, wenn man dieselbe mit Salpetersäure kocht und sie dadurch höher oxydirt.

In der Malerei treibt man leider noch mit den grünen Arsenikfarben einen unverzeihlichen Mißbrauch; diese Arsenikfarben sind theils arsenigsaures Kupferoxyd, auch Scheel'sches Grün oder Mineralgrün u. s. w. genannt, theils arsenig-essigsaures Kupferoxyd (vergl. I, S. 35). Ebenso wenig empfehlen sich aus Gesundheitsrücksichten das Operment (Rauschgelb) und das Realgar zur Stubenmalerei, da sich daraus auf den Kalkwänden unter Einwirkung der feuchten Luft allmälig das äußerst giftige Arsenwasserstoffgas entwickelt und somit die Atmosphäre vergiftet.

Betrachten wir endlich die Legirungen des Arsens mit den Metallen, so finden wir hierbei das Bemerkenswerthe, daß sich das Arsen mit den Metallen gern in solchen Verhältnissen mischt, welche bei dem Verbrennen der Legirungen ein neutrales arsensaures Salz entstehen lassen. Im Ganzen werden die geschmeidigen Metalle durch Arsen spröde und die schwerflüssigen leichtflüssiger. So ist z. B. das Arsenkupfer (Weißkupfer) spröde und das Arsenplatin leicht schmelzbar. Viele Arsenlegirungen, wie Arsennickel, Arsenkobalt, kommen natürlich vor.

Mit dem Arsen haben wir die nähere Besprechung der unedlen und in den Künsten und Gewerben in Anwendung kommenden schweren Metalle beschlossen. Die übrigen schweren Metalle: Uran, Cerium, Dydym, Lanthan: wie auch die Säuren bildenden Metalle: Wolfram, Molybdän, Tellur, Tantal, Titan, Vanadin, Niobium, Pelogium, sind meist in neuerer Zeit entdeckt, finden sich sehr selten vor und haben bis jetzt, mit Ausnahme des Urans, noch keine besondere technische Anwendung gefunden. Dieses Uran, welches in der sogenannten Pechblende oder Uranpecherz enthalten ist, giebt im oxydirten Zustande eine schwarze Porzellanfarbe und färbt Glasflüsse schön gelbgrün.

Es versteht sich von selbst, daß endlich auch die leichten Metalle, welche die Grundlage, das sogenannte Radikal, der uns schon bekannten Alkalien, alkalischen Erden und Erden bilden, bei ihrem überwiegenden Bestreben, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, für sich nicht so leicht eine technische Anwendung finden können. Ihr Werth beschränkt sich hier vorzugsweise auf ihre Sauerstoffverbindung, in welcher sie, wie schon bekannt, als Salzbasen die basischen Oxyde der schweren Metalle oft bedeutend übertreffen und deshalb auch zur Zersetzung der Metallsalze (je nach deren Natur, auf nassem Wege, durch Auflösung in Wasser, oder auf trockenem feurigen Wege, durch Schmelzung) eine wichtige Anwendung finden. Was aber in dieser Beziehung ganz besonders von den reinen Alkalien, d. h. den Oxyden von Kalium, Natrium und dem sehr seltenen Lithium, gilt, bewährt sich auch von dem aus Stickstoff und Wasserstoff zusammengesetzten Ammoniak, welches die so geheimnißvoll chemisch wirkende Natur, durch ein Atom Wasserstoff mehr, zu einem eigenthümlichen leichten Metall (1 Atom Stickstoff, 4 Atome Wasserstoff) verwandelt (vergl. II, S. 91).

Einige von diesen leichten Metallen, von welchen das Kalium und Natrium, wie die Untersuchung ergeben hat, sogar leichter, als Wasser sind, und aus ihren Oxyden, den Alkalien, alkalischen Erden und Erden, meist durch ein starkes Glühen mit Kohle oder auch Eisenfeile dargestellt werden, können auch, freilich in sehr geringer Menge, auch in manchen schweren Metallen vorkommen, welche durch ein Glühen mit Kohle von Sauerstoff befreit werden

und gleichzeitig ein Flußmittel von Asche, Gyps u. s. w. erhalten. Im Gußeisen ist Calcium und auch etwas Kalium neben Kohlenstoff enthalten, was nicht wenig zur leichteren Schmelzbarkeit desselben beiträgt. Künstliche Legirungen der schweren Metalle mit den leichten haben sich indessen nicht empfohlen.

Die leichten Metalle bezeichnet man auch als die elektropositivsten Körper in der Reihe der 62 Elemente, d. h. unzersetzbaren Stoffe, welche man bis jetzt ermittelt hat, und betrachtet ihnen gegenüber den Sauerstoff als den elektronegativsten Stoff. Diese Bezeichnung ist nach der elektrochemischen Theorie von Berzelius eine ganz richtige, in welcher es heißt, daß diejenigen Körper, zwischen denen die größte chemische Anziehung herrscht, auch die entgegengesetzten Elektrizitäten, die positive und die negative, am schärfsten ausprägen. Berzelius hatte sich demnach auch bemüht, die Elemente nach ihrer Anziehungskraft zu ordnen, in welcher Elementenreihe der Sauerstoff, als der elektronegativste, den Anfang machte und das Kalium die Reihe schloß. Leider lassen sich die Naturgebilde nicht so gründlich klassifiziren, daß man aus der Stelle, welche sie in einer gemachten Rangordnung einnehmen, ihren Charakter genau erkennen kann, und so trat es auch bei dieser nach der Anziehungskraft zum Sauerstoff gemachten Reihefolge der Elemente ein, daß nichtmetallische und metallische Elemente neben einander, z. B. sogar der Wasserstoff neben dem Gold, zu stehen kamen. Statt einer Erleichterung des Ueberblicks kann eine solche Reihenfolge nur eine Störung für eine einfache richtigere Auffassung der Urstoffe sein. Auch ist die chemische Anziehungskraft, wie wir es so oft gesehen haben, nach den verschiedenen Temperaturen und nach dem noch besonderen Charakter der einzelnen Verbindungen, eine sehr unbeständige, so daß wir hierbei nicht einmal immer richtig in dieser elektrochemischen Reihefolge den zunehmenden Grad der chemischen Anziehungskraft zum Sauerstoff wahrnehmen. Deshalb wird es auch für uns am sichersten sein, wenn wir uns zuerst die perpament (beständig) gasförmigen Elemente: Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, dann die Salzbilder: Fluor, Chlor, Brom, Jod (auch Cyan, welches sich, obgleich aus Stickstoff und Kohlenstoff zusammengesetzt, dennoch wie die elementarischen Salzbilder verhält), ferner: Schwefel, Selen, Phos-

phor, und endlich: Kohlenstoff, Bor und Silicium (Kiesel) als nichtmetallische Elemente merken, und nun die Metalle in der Weise ordnen, wie wir sie nach einander in den beiden letzten Kapiteln kennen gelernt haben. Lassen wir auf diese schweren Metalle die weniger leichten und die leichten, und zwar: Thorium, Zirconium, Alumium, Yttrium, Beryllium, Magnesium; Calcium, Strontium, Baryum, Lithium, Natrium und Kalium (auch Ammonium, trotz seiner Zusammensetzung) folgen, so haben wir einen genügenden ordnenden Ueberblick gewonnen, der nicht, um einer ähnlichen chemischen Anziehungskraft willen, die sonst verschiedenen Elemente neben einander stellt. In der Regel wird auch in den chemischen Lehrbüchern eine derartige Eintheilung, wie wir sie angegeben, gebraucht.

Was, bei dieser Gelegenheit noch bemerkt, den Gang unserer chemischen Unterhaltungen betrifft, so hat hier auf die Anordnung und Reihenfolge der chemischen Gegenstände vorzugsweise das überwiegendere praktische Interesse die Entscheidung gegeben. Was im häuslichen und geschäftlichen Leben als ein chemischer Gegenstand am meisten unsere Aufmerksamkeit zu fesseln pflegt, läßt uns auch am leichtesten auf seine chemische Besprechung eingehen; wie wir es aber so oft sehen, lernen wir an solchen Gegenständen, welche uns speziell interessiren, oder mit denen wir es meist zu thun haben, bei ihrer Beleuchtung zugleich auch manches andere für das leichtere Verständniß von Dingen kennen, welche uns ferner liegen.

49.

Die Draht- und Nadelfabrikation. Die Münzkunst und Metallgießerei. Die Feuerwerkskunst.

Es werden fast immer in der Chemie die rein technischen Künste, welche auf ihr beruhen, wenig oder gar nicht berücksichtigt, da dieselben unter dem Namen Technologie einen besonderen Zweig der praktischen Wissenschaften bilden. Doch wird es zum Schluß unserer chemischen Unterhaltungen, wo wir eine chemische

Naturerkenntniß auch besonders aus der praktischen Verwendung der Naturprodukte zu erlangen suchten, für uns von keinem geringen Interesse sein, einige dieser technischen Künste in ihren hauptsächlichsten Verrichtungen kennen zu lernen, um gleichsam damit ein leitendes Urtheil über ein ähnliches Verfahren auch bei anderen Kunsterzeugnissen zu gewinnen. Dann wird aber auch ein Einblick in solche Werkstätten, wo die sich besonders unterscheidenden Eigenschaften der Naturkörper eine großartige Benutzung finden, nicht wenig dazu dienen, unser erlangtes chemisches Wissen recht eigentlich zu befestigen.

Machen wir uns demnach zunächst mit der Kunst des Drahtziehers bekannt, ohne welche es weder Näh- noch Stecknadeln, noch Uhren, noch Klaviere, noch viele andere Kunsterzeugnisse, wenigstens nicht in der uns bekannten Vollkommenheit, gäbe. Dann wird uns die Münzwerkstätte und der Metallguß interessiren und endlich mag unsere chemisch-technische Unterhaltung ein kleines bescheidenes Feuerwerk beschließen, das wir mit Benutzung der uns bekannten chemischen Präparate leicht anfertigen können.

Nach der Dehnbarkeit und Zähigkeit mehrerer Metalle und mancher Legirungen können diese zu verschiedenen Drähten verarbeitet werden, und so giebt es auch Gold-, Silber-, Platin-, Kupfer-, Messing-, Eisen- und Stahldrähte, von denen der Golddraht, wie schon bekannt, am feinsten dargestellt werden kann. Fassen wir in wenigen Worten die Hauptverrichtung bei der Darstellung dieser Metalldrähte zusammen, so sagen wir: das Drahtziehen ist ein gewaltsames Hindurchzwängen von Metallstäben durch kreisrunde Oeffnungen in Stahlplatten (Zieheisen) oder auch in harten Steinen, nachdem das Metall durch Hämmern und Feilen erst in die erforderliche cylindrische Form eines dünnen Stabes gebracht worden ist; ist der dünne Stab zuerst durch eine weniger enge Oeffnung durchgezogen und bildet er so einen ziemlich dicken Draht, so wird derselbe darauf durch eine etwas engere, und dann wieder engere Oeffnung gezwängt, und dieses wiederholt sich bei immer enger werdenden Oeffnungen so oft, bis der Draht die gewünschte Dünne erlangt hat. Das Hindurchziehen geschieht meist vermittelst einer Zange und einer Winde. Um das Metall aber gehörig geschmeidig zu erhalten, wird es vor dem Ziehen wiederholt ausgeglüht.

Wenn jedoch Gold- oder Platindraht so dünn geworden ist, daß er sich nicht mehr ohne Gefahr des Zerreißens ziehen läßt, schlägt man oft dünne silberne Röhren fest um ihn herum. Diese vereinigte Masse zieht man nun wieder auf die gewöhnliche Art so dünn, als es geschehen kann. Um den so erhaltenen Draht schlägt man abermals eine silberne Hülse und zieht die vereinigte Masse wieder so dünnn, als es überhaupt geschehen kann. Wird nun der so erhaltene Draht in Salpeterfäure gelegt, so löst diese das Silber auf und das Gold oder Platin bleibt als ein so feiner Draht zurück, daß er sich fast weder sehen noch fühlen läßt. Auf diese Weise hat man auch die Dehnbarkeit der betreffenden Metalle berechnet.

Das durch die Löcher des Zieheisens hindurchgezogene Metall nimmt, wegen seiner Geschmeidigkeit, die Gestalt der Löcher an, so daß, wenn sie sternförmig sind, der Draht Rinnen auf seiner Oberfläche von derselben Form erhält. Auf diese Weise wird z. B. in den Uhrenfabriken der Spindeldraht gezogen.

Eine der wichtigsten Anwendungen findet der Draht unstreitig zu Näh- und Stecknadeln. So einfach eine Nadel auch ist, so gehören doch zu ihrer Anfertigung sehr verschiedene Werkzeuge und Vorrichtungen, und zwar um so mehr, weil mit denselben viele tausend Nadeln in einem Tage fabrizirt werden. Wie könnte auch anders die Waare so wohlfeil geliefert werden!

Die gewöhnlichen Stecknadeln werden aus gutem, geschmeidigen Messingdraht verfertigt; nur die sogenannten Trauernadeln sind von Eisendraht. Zum Abmessen der verschiedenen Drahtdicke, welche sich für die verschiedenen Nummern von Nadeln eignet, hat man ein eigenes Instrument, die Schließklinge, welche aus zwei Stahlplatten besteht, deren auf einander zu legende Seiten ebenso viele Spalten enthalten, als man Stecknadelsorten fabrizirt, so daß man nur den Draht in die Spalte zu klemmen braucht, um zu sehen, in welche er genau hineinpaßt. Um den gewählten Draht gerade zu biegen, zieht man ihn zwischen zwei nicht weit von einander liegenden Reihen von Metallstiften hindurch, welche auf einer ebenen hölzernen oder metallenen Platte, dem Richtholze, befestigt sind. Nun werden mehrere hundert Drähte auf ein Mal in lauter gleich lange Stücke geschnitten und zwar vermittelst einer

Metallscheere (Schrotscheere), deren einer Schenkel an der Kante des Tisches befestig ist. Diese Stücke müssen doppelt so groß sein, als die Länge der nachherigen Nadelschäfte betragen soll. Nachdem man nun beide Enden dieser Stücke zugespitzt hat, was durch eine geschicktes Abfeilen auf einer Drehvorrichtung geschieht, werden die Drahtstücke genau in der Mitte durchgeschnitten und so erhält man die gewöhnlichen einfachen Nadelschäfte, deren stumpfes Ende dann mit dem Kopf versehen wird. Der gewöhnliche Kopf der Stecknadel besteht aus ein Paar künstlich und zwar schraubenförmig zusammengedrehten Gewinden eines feineren Messingdrahts. Dieser schraubenförmige Draht wird mit einer scharfen Scheere, der Knopfscheere, in lauter einzelne Stückchen zerschnitten, wovon jedes die erforderliche Größe für einen Kopf hat. Die Vereinigung des Kopfes mit dem Schaft, das sogenannte Anköpfen, geschieht durch ein Aufschlagen mittelst einer eigenen Vorrichtung, welche man Wippe nennt. Vorher werden jedoch diese Messingstückchen oder Gewinde, damit sie geschmeidig werden, rothglühend gemacht. Die ganze Arbeit dieses Anknöpfens geschieht bei den hier noch weiter getroffenen Vorrichtungen, deren Beschreibung uns zu weit führen würde, so schnell, daß ein einziger Arbeiter mit der Wippe täglich oft über 10,000 Stecknadeln anköpft.

Es giebt indessen jetzt auch viel künstlichere, ja außerordentlich komplizirte Maschinen zur Verfertigung von Stecknadeln, welche alle die verschiedenen Verrichtungen der Stecknadelfabrikation nach einander, gleichsam von selbst, ausführen, wenn man nur eine Kurbel umdreht. Auß gießt man Nadelknöpfe aus einer Mischung von Zinn, Blei und Wismuth und weiß sie augenblicklich nach dem Guß an die Nadelschäfte anzuköpfen.

Bei der Anfertigung der Nähnadel sind mehrere Arbeiten dieselben, wie bei der Stecknadelfabrikation. Die zugespitzten stählernen Doppelschäfte werden wieder, vermöge eines passenden Schaftmodels, mit der Schrotscheere genau in der Mitte von einander geschnitten, worauf dann die stumpfen Enden etwas flach gefeilt werden; die Oehre macht man aber vermittelst eines spitzen Stiftes, des sogenannten Dorns, oder durch einen Drillbohrer. Auch diese Verrichtung muß mit Hülfe der erforderlichen Werkzeuge schnell vor sich gehen, wenn die Arbeit eine lohnende sein soll.

Jedenfalls werden die hier gegebenen Andeutungen ausreichen, um bald auf die Einzelnheiten der Nadelfabrikation einzugehen, wenn wir eine Nadelfabrik besuchen, um uns hier an der Art und Weise zu erfreuen, wie der menschliche Verstand alle möglichen Mittel herausgefunden hat, um aus dem Metalldraht in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit eine so ungeheure Anzahl der für die Frauenwelt und für die Anfertiger unserer Kleidungsstücke überaus wichtigen kleinen Werkzeuge, der Steck- und besonders der Nähnadeln, darzustellen. Gehen wir jedoch jetzt zu der Münzkunst über.

Vor der Erfindung der Münzen, welche wir wahrscheinlich den alten Phöniziern verdanken, gebrauchte man entweder ungeprägte Metallstücke von verschiedenem Gewicht oder auch mancherlei andere Sachen, die als Tauschmittel dienten. Die alten Völker brachten es in der Kunst, Münzen zu prägen, schon ziemlich weit, obgleich ihre Werkzeuge dazu sehr einfach waren. Ein in einem Klotze festsitzender Stempel enthielt oben das Gepräge für die eine Seite der Münze, ein anderer loser Stempel das Gepräge für die andere Seite. Die Münzplatte wurde auf den ersten Stempel gelegt, dann der andere Stempel darauf gesetzt und nun auf diesen letzteren kräftig losgeschlagen. So erhielten beide Seiten das Gepräge. Diese Prägungsart erhielt sich, sogar unter manchen Verschlechterungen, namentlich im Mittelalter, bis zum 17ten Jahrhundert, wo die Münzkunst durch die Erfindnng von mehreren Münzmaschinen bedeutende Vervollkommnungen erfuhr, bis sie endlich in neuerer Zeit ihre höchste Vollendung erreichte.

Begreiflicher Weise muß bei der Münzfabrikation genau darauf gesehen werden, daß die Münzen nicht blos ihr richtiges Gewicht, sondern auch bei Gold- und Silbermünzen den bestimmten Grad der Legirung besitzen. Daher müssen in den Münzwerkstätten genaue und empfindliche Wagen vorhanden sein. Man bezeichnet hierbei mit dem Namen Korn den Grad oder die Stärke der Legirung, während man unter Schrot das Gewicht jeder einzelnen Münze versteht. Sagt man daher z. B., das Korn eines Guldens sei 14 Loth, so heißt das so viel, als: unter 16 Loth der Legirung, woraus der Gulden geprägt worden ist, befinden sich

14 Loth Silber und 2 Loth Kupfer, also ist das Silber dann 14löthig. Sagt man aber, das Schrot des Guldens sei 1 Loth, so heißt das so viel: der Gulden wiegt 1 Loth, oder, es sind aus einer Mark 16 Gulden geprägt worden. 16 Loth einer Goldkupfer- oder einer Silberkupferlegirung nennt man auch eine rauhe Mark.

Der Staat, welcher Münzen prägen läßt, bestimmt das Korn und Schrot der zu prägenden Münzen und diese Bestimmung wird Münzfuß genannt. Schwerer nennt man den Münzfuß, wenn die Münze feiner, d. h. mehr gold- oder silberhaltig ist; hoher, wenn aus der feinen Mark (16 Loth reines Gold oder Silber) mehr Münzen ausgeprägt worden sind. So ist z. B. der 20 Guldenfuß schwerer, als der 24 Guldenfuß; denn dort ist die feine Mark nur zu 20 Gulden, bei diesem zu 24 Gulden ausgeprägt worden. Die meisten deutschen Münzen werden nach dem 20 Guldenfuß, der auch Conventionsfuß heißt, ausgeprägt. Auf dem ganzen Conventionsthaler steht: zehn eine feine Mark; auf dem halben Thaler: zwanzig eine feine Mark. Die Preußischen Thaler werden aus 14löthigem Silber geprägt. Die Kosten, welche der Staat von der Münzfabrikation hat, werden der Münze gewöhnlichem Gehalt, d. h. an Korn und Schrot, abgezogen; dieser Abzug wird Schlagschatz genannt.

Der Verarbeitung des Kupfers, Silbers und Goldes zu Münzen geht erst eine chemische Reinigung dieser Metalle von den fremdartigen Metallen voraus; dieses bewerkstelligen die Metallscheider. Die bestimmte Menge der Metalle, des Hauptmetalls und des Legirmetalls, wird nun in einem großen Schmelztiegel, den man in einen Windofen stellt, zusammengeschmolzen. Ist dieses geschehen, so wird das flüssige Metall mit kleinen Schöpftiegeln herausgeschöpft und vermittelst eiserner, inwendig mit Kreide überwischter Löffel zu Schienen, Stangen oder Blechen ausgegossen. Bei groben Münzen geschieht dieses in eisernen Formen oder Eingüssen. Jede solche Form besteht aus zwei durch ein Scharnier mit einander verbundenen Hälften, die Rinnen bilden, deren Vertiefungen genau über einander stehen. So erhält man nach dem Auseinandernehmen der Form die erforderlichen Schienen oder Stangen. Man macht aber auch die Formen aus einer feuchten Mischung von Sand, Thon und Kohlenstaub, sticht mit einem eiser-

nen Lineale, von der Gestalt und Größe der zu verfertigenden Schiene hinein und gießt nun in die dadurch gebildete Höhlung das flüssige Metall.

Die gegossenen und erhitzten Schienen werden nun durch Walzen dünne *gestreckt*. Man wiederholt das Walzen so oft, bis die Schienen die gehörige Dünne erlangt haben. Hierauf kommen die Schienen oder jetzt vielmehr Bleche in die *Ausstückelungsmaschine*, welche aus ihnen lauter kreisrunde Platten haut und schneidet; das durchlöcherte Blech wird aber dann wieder eingeschmolzen. Dicke Denkmünzen, Preismedaillen u. s. w. werden indessen, da sie nicht geschnitten werden können, in eigene Formen gegossen.

Jetzt werden die runden Münzplatten auf einer genauen und empfindlichen Wage gewogen; diejenigen, welche zu schwer sind, werden gleichförmig abgefeilt, die zu leichten dagegen wieder geschmolzen. Die so behandelten (justirten) Silberplatten werden jetzt *weiß gesotten* und zwar in verdünnter Schwefelsäure, wobei ein Unmerkliches von dem röthenden Kupfer an der Oberfläche entfernt wird; auch kocht man sie zu diesem Zweck in einer Auflösung von Kochsalz und Weinstein.

Das Wichtigste, was nach dieser und oft einiger anderen Behandlungsweisen der Münzplatten erfolgt, ist nun das eigentliche Prägen und zwar auf beiden Seiten zugleich. Hierzu wendet man in der Regel die *Münzpresse* an, an welcher zwei stählerne Stempel das Gepräge an den Münzplatten erzeugen. Dünne und kleine Münzen prägt man indessen oft mit einem *Schlagwerk*, welches mit der Wippe der Nadler eine Aehnlichkeit besitzt.

Eine großartige Münzung findet aber bei Anwendung der Münzwerke statt, wo durch die Kraft von Dampfmaschinen alle die verschiedenen einzelnen Maschinen, wie Streckwerk, Durchschnitt (Ausstückelungsmaschine), Prägewerk und außerdem noch ein Rändelwerk, zur Ausprägung der Randschrift, in Thätigkeit kommen, wo ferner eine Maschine immer von der vorhergehenden das Metall zur weiteren Verarbeitung erhält und wo alle diese Maschinen so schnell arbeiten, daß 30,000 bis 50,000 Münzstücke in einer Stunde geliefert werden, wie es noch endlich ein mit der Maschine

in Verbindung stehender Zeiger anzeigt. Die erste Einrichtung dieser Art ist in England gemacht worden.

Neben der gesetzlichen Münze erscheint auch nicht selten ein falsches Geld im Handel und Wandel, und das Publikum hätte unter allen Umständen den Schaden davon zu tragen, wenn die Regierung nicht die schärfste Strafe über das Verbrechen einer Falschmünzerei verhinge. Es läßt sich denken, daß der Metallwerth einer falschen Münze dem einer echten nur sehr weit nachstehen kann; wenn das falsche Geld andererseits nicht selten äußerlich geschwärzt und beschmutzt erscheint, so soll es das Ansehen eines langen Umlaufs erlangen und somit das unterscheidende Auge des Empfängers täuschen.

Am leichtesten sind die aus Blei und Zinn gegossenen falschen Münzen zu erkennen; sie verrathen sich gleich durch ihre Weichheit, wenn man mit dem Messer an ihnen zu schneiden oder zu schaben versucht; ferner klingen sie auch nicht, sobald sie, auf die Spitze des Fingers gelegt, mit einem harten Körper, einem Messer u. s. w. angeschlagen werden, wie sie denn auch überhaupt, auf einen harten Gegenstand fallen gelassen, einen dumpfen Ton geben. Freilich ist das Erkennen zinnerner Münzen, welche mit Arsen und Kupfer versetzt sind und dadurch Härte und Klang erhalten haben, schon schwieriger; doch wird auch hier der geübte Blick des Publikums das Unechte nicht mit dem Echten verwechseln, da noch außerdem selbst das bloße Anfühlen der Metalle dem Geübten ein Unterscheiden derselben gestattet. Ist eine derartige Münze aber versilbert, so wird es schon genügen, wenn man etwas von ihr am Rande abkratzt. Da das falsche Geld übrigens fast immer durch Guß verfertigt worden ist, so besitzt es nie das gute, scharfe Gepräge der echten Münzen.

Aehnlich sind auch die Unterscheidungsmerkmale für die Nachahmungen der Goldmünzen; besonders tritt hier aber das geringere Gewicht als ein sicheres Merkmal für sie ein. Ueberhaupt wäre die Vergleichung des spezifischen Gewichtes das einfachste und beste Erkennungsmittel der falschen Münzen, da, wie wir bereits wissen, selbst die Prüfung auf dem Probirstein und die Vergleichung mit den Probirnadeln nicht immer zuverlässig ist.

Zur Berechnung des spezifischen Gewichtes kann man sich

schon einer empfindlichen Handwage bedienen. Bindet man die eine Schale so auf, daß sie höher als die andere steht, befestigt darauf vermittelst eines feinen Fadens die vorher gewogene Münze an den unteren Theil der aufgebundenen Schale so, daß die Münze in einem darunter gestellten Glas Wasser beweglich hängt, und wägt sie nun unter diesem Wasser, so ersieht man aus dem Gewichtsverlust, welchen die Münze im Wasser erlitten hat, das spezifische Gewicht derselben (vergl. I, S. 15). Auf diese Weise kann man unter anderem auch ersehen, daß im Wasser eine echte Goldmünze etwa $^1/_{10}$ von dem Gewicht verliert, welches sie, in freier Luft gewogen, besitzt (absolutes Gewicht), während andererseits eine falsche Münze, z. B. aus Semilor, etwa $^1/_8$ von ihrem absoluten Gewicht einbüßen wird. Noch genauer fällt diese Prüfung durch Vergleichung der spezifischen Gewichte von echten und unechten Münzstücken bei einer dazu eigens eingerichteten Wage aus, welche man, weil der zu prüfende Körper unter Wasser gewogen wird, auch *hydrostatische Wage* nennt. Eine solche Wage ist überhaupt auch in vielen anderen Fällen sehr nützlich, wo es darauf ankommt, die eigenthümliche oder spezifische Schwere fester Körper zu bestimmen; ein Weiteres hierüber lehrt jedoch die Physik.

Bei unserer Unterhaltung über die Münzkunst haben wir zugleich auch Einiges über das Verfahren bei einem Metallguß kennen gelernt; um jedoch eine richtige Vorstellung von der Anfertigung großartiger Gußwerke zu gewinnen, müssen wir der Bildgießerkunst selbst einige Aufmerksamkeit schenken.

Eins der großartigsten Gußwerke im Alterthum war der Koloß zu Rhodus, der zu den Wunderwerken der alten Welt gehörte. Dieser Koloß, eine hohe metallene Bildsäule des Apollo, soll eine Höhe von 70 Ellen gehabt und sich so als Leuchtthurm über dem Hafen der Insel Rhodus erhoben haben, daß die Schiffe unter den 50 Fuß weit ausgebreiteten Beinen dieses auf zwei Felsen stehenden Riesenbildes wegsegeln konnten. Doch prunkte dieses Kunstwerk nicht viel länger, als ein halbes Jahrhundert nach seiner Errichtung, welche etwa 300 Jahre vor Christi Geburt stattgefunden hatte; bei einer Erderschütterung stürzte es zusammen und blieb viele Jahrhunderte in Trümmern liegen, weil ein Orakel die Rhodier vor der Wiederaufrichtung des Kolosses gewarnt hatte,

bis endlich die Sarazenen diese erzenen Trümmer als Beute davonführten; dieselben sollen zusammen gegen 700,000 Pfund gewogen haben.

Keine Bildgießerkunst jedoch ohne eine Bildformkunst oder Plastik; diese hat erst das Modell aus Thon, Gyps, Wachs u. s. w. zu schaffen. Schon im Alterthum wußte man unter anderem aus Wachs die überraschendsten Kunstwerke zu formen, wie etwa Früchte, Blumen und Guirlanden. Von dem römischen Kaiser Heliogabalus wird erzählt, daß er einst sogar eine reich besetzte Festtafel aufs täuschendste aus Wachs hatte formen lassen, um seine zahlreichen Schmarotzer durch den Anblick dieser Nachbildung aller anlockenden Gerichte zum Appetit zu reizen, während er selbst im Genuß der wirklichen Speisen schwelgte. Das Wachs, woraus die Bildhauer die Modelle machen, besteht aus etwa 10 Theilen Wachs, 1 Theil Pech, 1 Theil Fett und 1 Theil Terpenthin; doch bedient man sich hierbei auch anderer Mischverhältnisse.

Soll das Metallbild in Relief gegossen werden, so wird das Modell zuerst in eine weiche Masse, z. B. in eine Mischung von feinem Sand und Asche oder auch in Lehm gedrückt; hat man so die Form gebildet, so gießt man das geschmolzene Metall hinein, nachdem man die Gießlöffel und Eingüsse mit Kreide oder Röthel überwischt hat, damit das flüssige Metall nirgends anschmelze. Bei freistehenden Figuren setzt man die Form aus mehreren Stücken zusammen, welche man einzeln von dem Modell abdrückt; hierbei fällt der Guß nothwendig massiv aus.

Anders ist jedoch das Verfahren, wenn man große metallene Bildwerke darstellt. Diese werden, theils um das Metall zu sparen, theils aber auch um die störende Schwere zu verhüten, in der Regel hohl gegossen, und hierzu bedarf man eines sogenannten Kerns, wie beim Glockengießen. Daher modellirt man bei solchen hohlen Standbildern die Figur, welche gegossen werden soll, zuerst in Gyps, Thon u. s. w. und nimmt, d. h. drückt von diesem Modell die Form oft in mehreren hundert Stücken ab. Hierauf baut man dort, wo der Metallguß stattfinden soll, eine ausgemauerte Dammgrube, deren Boden mit einem Rost und unterirdischen Heerd versehen ist. Auf diesem Boden wird nun der Kern der Bildsäule zunächst aus eisernen Stäben und starkem Draht gleichsam als

das Knochengerippe der Figur errichtet; dieses Gerippe wird nun mit einer Masse von Werg, Haaren, Lehm u. dgl. nach der Gestalt der Figur belegt, so daß diese Masse gewissermaßen das Fleisch der Figur bildet, und nun erhält dieser Kern der Statue, gleichsam als die Haut, einen Ueberzug von Wachs, der aus den einzelnen von dem Modell abgenommenen Wachsabdrücken besteht. So ist nun eine Figur entstanden, deren Aeußeres ganz mit der künftigen Metallstatue übereinstimmt; da indessen, wie wir sehen werden, das Metall der Statue so dick wird, als es die einzelnen Wachsabdrücke sind, so versteht es sich von selbst, daß diejenigen Theile der Natur, welche viel zu tragen haben, bei dieser Kerngestalt auch aus dickeren Wachsabdrücken, ja oft ganz aus Wachs bestehen müssen, wie z. B. die Beine einer freistehenden Reiterstatue. Nach der Beendigung der Kerngestalt werden aber nun diejenigen Vorkehrungen getroffen, welche den Metallguß möglich machen. Zu diesem Zweck werden mit dem Wachsüberzug größere und kleinere Röhren in Verbindung gesetzt, durch die das Metall aus dem Schmelzofen in die spätere Form fließen soll; dann ist aber noch das Ansetzen mehrerer Röhren erforderlich, damit die Luft aus der Form beim Hineinströmen des Metalls entweichen kann. Nach dem Ansetzen dieser Röhren wird nun das Wachsgebilde so oft mit feinem Thon überstrichen, bis dieser Thonüberzug etwa die Dicke von einigen Zollen besitzt, worauf dieser Thonüberzug noch weiter mit Thon- oder auch Gypslagern bekleidet und dann, nachdem diese Hülle trocken geworden, mit eisernen Drähten und Bändern eingefaßt wird, so daß hiermit der Kern der künftigen Statue nun auch mit einem festen Mantel versehen ist. Die so entstandene Form wird nun mit einer Mauer eingefaßt und der leere Raum zwischen dieser Mauer und der Form endlich noch mit Erde ausgefüllt, wobei nur die Oeffnungen der Röhren aus der ganzen Umhüllung hervorsehen. Ist aber nun das Werk so weit gediehen, so beginnt das Ausschmelzen des Wachses und das gleichzeitige Festbrennen der Kerngestalt und des Mantels damit, daß man unter dem oben erwähnten Rost Feuer anmacht; es entsteht hierbei durch das Schmelzen und Ausfließen des Wachses derjenige leere Raum, welcher als die eigentliche Form für die künftige Metallstatue dient. Jetzt aber findet der Metallguß auf die

Weise statt, daß man aus dem unmittelbar in der Nähe befindlichen Gußofen das flüssige Metall durch irdene Rinnen nnd Trichter in die erwähnten Gußröhren leitet, worauf das Metall die hohlen Räume der Form ausfüllt und so, wenn die ganze Vorarbeit eine geschickte und wohlberechnete war, das gegossene Meisterwerk zu Stande bringt, wie der Künstler sich davon überzeugt, sobald nun nach dem Erkalten des Gusses die Erde aus der Grube geworfen und der Mantel vorsichtig von der Statue abgeschlagen wird; die durch die Gußröhren an der Statue entstandenen Stacheln und ähnlichen Unebenheiten werden durch ein Abfeilen und Abglätten entfernt, der innere harte Kern aber aus der nun aufgewundenen Statue aus den Höhlungen meist herausgenommen.

Aus dieser kurzen Beschreibung eines Metallgusses im Großen ersehen wir, welche Vorkehrungen wir zu treffen haben, um kleine metallene Standbilder anzufertigen. Hierzu würde sich ganz besonders, und zwar zu unterhaltenden Versuchen, das beim Wismuth erwähnte leichtflüssige Metall empfehlen, welches schon bei der Kochhitze des Wassers zum Schmelzen kommt; wir brauchten bei diesem Metall keine anderen Schmelzapparate, als solche, welche wir über einer Spiritusflamme handhaben können. Gehen wir jedoch jetzt zu einem anderen Zweige unserer chemischen Schlußunterhaltung über, und zwar zur Anfertigung eines kleinen Lustfeuerwerkes.

Man pflegt den Chinesen die eigentliche Erfindung des Lustfeuerwerks zuzuschreiben; jedoch hat diese Kunst bei den Europäern ihre eigentliche Entwickelung gefunden, und es ist kein Staat der christlichen Welt, wo sie nicht in dieser oder jener Beziehung eine Vervollkommnung erfahren hätte. Was man von der chinesischen Feuerwerkskunst schon im vorigen Jahrhundert kennen gelernt hat, beschränkt sich vorzugsweise auf die Darstellung von Raketen, Transparenten, feurigen Dekorationen, Fontainen und flammigen Blumen. In der Anfertigung dieser Farbenblumen zeichnen sich die Chinesen am meisten aus. Diese Blumen bilden eine Art von Fontainen, welche das sprühende Feuer beim Brennen in der Gestalt verschiedener Blumenbouquets erscheinen lassen. Die Trans-

parente bestehen aber meist aus bunten Papierlaternen von den verschiedenartigsten Formen, und pflegen die Hauptverzierung des Feuerwerkplatzes zu bilden.

Der Hauptbestandtheil aller Sätze, d. h. aller brennenden Mischungen, ist bei dem chinesischen Blumenfeuerwerk gestoßenes Gußeisen; diese Gußeisenstückchen, welche aus den Hülsen, d. h. Papier- oder Thonbehältern u. s. w. des Feuerwerksatzes in die Luft geschleudert werden, müssen hier durch ihre feurig glänzenden Funken den Haupteffekt bilden. Am liebsten nehmen die Chinesen zur Erzeugung dieser schönen lichten Funken ein möglichst weißes Gußeisen. Dieses wird geglüht und in Wasser geworfen, wodurch es um so spröder wird; dann wird es in eisernen Mörsern kleingestoßen und durch mehrere grobe und feine Siebe gesiebt, um auf diese Weise das Gußeisen sowohl als ein sehr feines Pulver, als auch in mehr oder weniger gleich großen Körnchen zu erhalten. Je nachdem man nun diese verschiedenen Sorten von Gußeisenpulver mit einem möglichst feinen Pulver von Salpeter, Schwefel und Kohle innig gemengt und in die Papier- oder Thonhülsen mäßig stark hineinpreßt, erhält man die verschiedensten Sorten von feurigen Blumenfontainen. Hierbei bestimmen die Chinesen nicht nur das Verhältniß von Salpeter, Schwefel, Kohle und Gußeisenpulver bei jeder Sorte sehr genau, sondern beobachten auch bei der Größe der Hülsen, bei der Mischung und bei dem Einpressen noch vielerlei Abweichungen, so daß sie damit in der That beim Abbrennen des Gemisches solche feurige blumenähnliche Gebilde erhalten, wie dieselben überhaupt nur erzeugt werden können. Einige dieser Blumen sollen nach der Angabe eines Augenzeugen Feuerstrahlen geben, die bis 50 Fuß Höhe erreichen. Oft bedienen sie sich hierbei aber auch mehrerer Sätze, welche, durch eine Papierplatte getrennt, in einer Thonhülse übereinander geschichtet werden; dadurch muß die Feuerblume auf einige Zeit erlöschen, um dann sogleich aufs neue emporzusprühen — eine Abwechselung, an der der feuerlustige Chinese ein ganz besonderes Wohlgefallen findet.

Die umständlichere Angabe zur Darstellung eines solchen chinesischen Blumenfeuerwerks für den in der Feuerwerkskunst vollständig Unerfahrenen würde uns zu weit führen; dagegen wird

sich ein Jeder, welcher entweder einige Erfahrung in der Feuerwerkskunst mitbringt, oder unter Berathung mit einem Sachkundigen den Versuch zu einem chinesischen Blumenfeuerspiel anstellen will, nach folgenden kurzen Angaben richten können, welche wir einer veröffentlichten Mittheilung des preußischen Artilleriehauptmanns C. Hoffmann entnehmen. Ueberhaupt wäre es rathsam, daß der in dem ebenso gefährlichen wie unterhaltenden Feuerwerksspiel Unerfahrene die einzelnen Kunstgriffe und Verrichtungen aus der Praxis eines Feuerwerkers oder geübten Liebhabers der betreffenden Kunst erst gehörig ablausche und erlerne, bevor er sich an die feurigen Pulverexperimente selbst wagt; die furchtbaren Explosionen, die selbst in den Laboratorien der geschicktesten Feuerwerker ausbrechen, wie auch die kürzlich, im November 1857, sich ereignete tragische Pulverexplosion zu Mainz, welche in einem Nu Tausenden theils den Tod, theils das noch größere Unglück einer kläglichen Verstümmelung bereitet, und einen großen Theil der Stadt in Trümmer verwandelte, machen es einem Jeden, mit wie wenig Pulver oder anderen explodirenden Substanzen er es auch zu thun haben mag, zur dringlichsten Mahnung, mit ihnen äußerst vorsichtig umzugehen und namentlich nicht eher mit ihnen zu experimentiren, bevor er ihre chemische Natur und die Ursachen ihrer leichten Entzündlichkeit, wie auch wir dieselben in unseren früheren Unterhaltungen ermessen haben, gehörig erkannt hat. Wie viele Verrichtungen giebt es schon bei der Feuerwerkskunst, wie z. B. das Hineinschlagen des Satzes in die Hülsen, das Zerstoßen oder Zerreiben der Satzingredienzien in einem Mörser u. s. w., welche schon die Entzündung einer leicht explodirenden Substanz veranlassen können.

Wie schon angedeutet, sind die chinesischen Feuerblumen eine Art von Fontainen, welche aufrecht stehend entzündet werden und Feuerstrahlen von oft sehr bedeutender Höhe und mit verschieden gestalteten Funken emporschleudern. Das Material einer solchen Blume bildet die Hülse und das brennende Gemisch, der Satz, mit welchem die Hülse gefüllt ist. Die kleineren dieser Hülsen fertigen die Chinesen von Papier an, und zwar in verschiedener Größe, von 2 bis 12 Linien im Durchmesser und etwa von 2 bis 5½ Zoll Länge. Zu diesen Hülsen wählen sie Papier von ver-

schiedener Stärke und rollen es auf der bekleisterten Seite zu einer Dicke zusammen, welche selbst bei den größten Hülsen nicht über 3 Linien beträgt. Damit die Hülsen jedoch nicht selbst vom Feuer angegriffen werden, präpariren sie dazu einen besonderen Kleister aus dünnem Leimwasser, Mehl, Kochsalzpulver und etwa so viel gepulvertem Thon, als sie Leim anwenden. Alle diese Hülsen werden an dem oberen Ende, wo der Feuerstrahl herausbrennen soll, bis zu dem dritten Theil ihres Durchmessers durch Zuschnüren verengt. Die größten Blumen erhalten, wie schon bemerkt, Hülsen von Thon oder Lehm; diese besitzen die Länge von etwa 1 Fuß, haben eine 1 Zoll weite Oeffnung für den Erguß des feurigen Stromes und weiten sich nach unten etwas kegelförmig aus.

Das Verhältniß, in welchem das Salpeter-, Schwefel-, Kohlen- und Gußeisenpulver gemengt wird, ist derartig, daß z. B. auf 100 Theile des ganzen Gemisches bei der Anwendung des gröbsten Gußeisenpulvers 34 Theile von diesem auf 40 Theile Salpeter, 13 Theile Schwefel und 13 Theile Kohle kommen, während bei Anwendung eines ungleich feineren Gußeisenpulvers etwa 25⅗ Th. von diesem auf 51⅗ Theile Salpeter, 11½ Theile Schwefel und 11½ Theile Kohle gebraucht werden; zwischen diesen Mischungsverhältnissen liegt indessen noch eine Anzahl vieler anderer, welche bei einer theilweisen Uebereinstimmung mit den angegebenen Verhältnissen und den verschiedenen Hülsen eine reichhaltige Mannigfaltigkeit der feurigen Blumen geben. Was aber die Füllung der Hülsen betrifft, so pflegt man vor derselben die Mischung noch mit starkem Branntwein anzufeuchten.

Nach diesen Andeutungen über das Haupterzeugniß der chinesischen Feuerwerkskunst werden wir nun um so leichter auf das Verfahren eingehen, welches bei uns zur Darstellung ebenso brillanter als einfacher Feuer in Anwendung kommt. Namentlich ist es die Erzeugung der schönen farbigen Feuer, worin die europäischen Feuerwerke, welchen ein chemisches Wissen zu Grunde liegt, die chinesischen bei weitem überbieten, wie denn auch in allen anderen Feuerspielen zu Lande und zu Wasser unsere Feuerwerker in der That oft das äußerste zu leisten vermögen.

Ueberblicken wir zunächst die Materialien zu unserer Feuerwerkskunst, so finden wir, daß wir fast mit allen derselben schon

bekannt geworden sind, und daß demnach ihre richtige Verwendung uns keine besonderen Schwierigkeiten bereiten kann. Vor allen Dingen ist es das Schießpulver oder doch wenigstens diese oder jene Mischung seiner Ingredienzien, Schwefel, Salpeter und Kohle, die eine Hauptrolle bei jedem unserer Feuerwerke spielen, und von diesen Pulversorten kommt das sogenannte Mehlpulver am meisten in Anwendung. Dasselbe kann auch erhalten werden, wenn man ganz grobes Schießpulver in einem steinernen, durchaus nicht eisernen Mörser zerreibt und durch ein feines Haarsieb siebt. Damit dieses Mehlpulver nicht, wie es oft bei einem weniger reinen Salpeter geschieht, Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, muß es an einem trockenen Ort aufbewahrt werden. Braucht man dagegen die einzelnen Pulveringredienzien, so hat man besonders auf einen reinen Salpeter zu achten. Ist in demselben Kochsalz oder ein anderes Chlorsalz enthalten, so wird es leicht feucht und verhindert dann ein lebhaftes Verbrennen. Diese störenden Chlorsalze kann man aber, wie schon bekannt, daraus am einfachsten ersehen, daß eine Auflösung eines kleines Stückchens Salpeter in Regenwasser, oder besser in destillirtem Wasser, durch einen Zusatz von Höllensteinauflösung eine starke weiße Trübung durch das sich dabei bildende Chlorsilber zeigt. In diesem Fall muß man sich nach einem reineren Salpeter umsehen, den man unbedingt in jeder Apotheke erhalten kann, wenn man sich nicht die Mühe machen will, durch Auflösen des Salpeters in heißem Wasser und Krystallisirenlassen in der Kälte denselben zu reinigen. Das Pulvern des Salpeters kann ohne Gefahr in einem trocknen eisernen Mörser vorgenommen werden.

Das Schwefelpulver erhält man durch ein Feinstoßen und Sieben des gelben Stangenschwefels. Die bekannten Schwefelblumen kann man auch brauchen, doch enthalten diese in der Regel etwas Schwefelsäure, von der sie dadurch befreit werden, daß man sie mit heißem Regenwasser anrührt, das Wasser darauf abgießt, und nachdem man dieses einige Mal wiederholt hat, die Schwefelblumen nun in einem spitz zulaufenden leinenen Sack (Spitzbeutel) hineinthut, um das Wasser abträufeln zu lassen, worauf die pulverförmigen Schwefelblumen auf einem ausgespannten Stück Leinen getrocknet werden.

Zum erforderlichen Kohlenpulver wendet man die gewöhnliche Tannenholzkohle an, welche vollständig trocken und gut durchgeglüht ist. Bedarf man einer sehr feinen Kohle, so nimmt man den gewöhnlichen Ruß, wie er unter dem Namen Kienruß im Handel erscheint. Damit der Kienruß weniger stäube, kann man ihn mit etwas Spiritus zu einem feuchten Pulver anreiben und dann trocknen. Außerdem kommt als brennendes Material noch das Colophonium häufig in Anwendung, das man ebenfalls zerreiben und sieben kann.

Um die verschiedenen farbigen Feuer zu erzeugen, braucht man unter anderem folgende Materialien: reine salpetersaure Baryterde zur Erzeugung eines schönen grünen Feuers, trocknen salpetersauren Strontian oder auch eine reine weiße Kreide zu einem schönen rothen Feuer, schwefelsaures Kupferoxydammoniak (schwefelsaures Ammoniakkupfer), um dunkelblaue Leuchtkugeln darzustellen, trocknes salpetersaures Natron zur Bildung eines gelben Feuers, außerdem aber zur Erzeugung lichter Funken feine trockne Gußeisenspähne, oder noch besser trockne, nicht geröstete Stahlfeile.

Als eines leicht entzündenden Zusatzes zu den farbige Feuer erzeugenden Salzen bedient man sich meist auch des chlorsauren Kali's statt des Schießpulvers; doch thut man besser, dieses gefährliche Salz ganz zu vermeiden. Zwar kann man es in einer porzellanenen Reibschale durch ein Zerreiben pulverisiren, ohne Gefahr sogar auch erhitzen, wie wir es bei der Sauerstoffbereitung gesehen haben; doch jede Berührung dieses Salzes mit der geringsten Menge Schwefel, Holz, Kohle, wie überhaupt mit jeder brennbaren organischen Substanz, vermag während seines Zerreibens, wie auch Erhitzens, die heftigste Explosion zu veranlassen — eine Gefahr, welche selbst den vorsichtigsten Experimentator bedrohen kann.

Außer den genannten meist in Droguerien käuflichen Materialien kommen noch mehrere andere, wie Braunstein, Schwefelantimon, Bergblau, krystallisirter Grünspan, Boraxsäure, Zinkspähne, Lycopodium (Hexenpulver), Mastix u. s. w. zu einem Feuerwerk in Anwendung, doch wollen wir diese Ingredienzien der Satzmischungen jetzt nicht weiter im Einzelnen betrachten, sondern nun

noch zu einigen kurzen Andeutungen der hauptsächlichsten mechanischen Verrichtungen des Feuerwerkers übergehen.

Wir haben schon oben bei der Betrachtung der chinesischen Feuerblumen der Hülsen erwähnt. Es bedarf wohl keiner weiteren Anweisung, wie wir uns dieselben aus Papier vermittelst Rollhölzer (Winder) von verschiedener Dicke leicht anfertigen können. Nur so viel beachten wir noch, daß die frisch geklebten Hülsen langsam getrocknet werden müssen, damit sie sich nicht verziehen. Was ferner das Zuschnüren (Würgen oder Gurgeln) der Hülsen betrifft, so ersieht man das Verfahren dabei schon beim Anblick eines von kunstgeübter Hand verfertigten Schwärmers, wie überhaupt der Ungeübte sicherer in allen Vorbereitungen zu Werke gehen wird, wenn er sich von allen einzelnen Feuerwerksgegenständen, welche er darstellen will, ein oder zwei Exemplare als Muster verschafft, um darnach zu arbeiten.

Was sich übrigens nicht so leicht beim Oeffnen einer Musterhülse ersehen läßt, sind oft die einzelnen Theile des Salzes, wie z. B. die sogenannte Anfeuerung. Diese besteht in der Regel in einem Brei aus Schießpulver, Wasser oder Branntwein, womit man die offenen Stellen der Hülse beim Luntloch anstreicht. Ebenso hat man bei den eigentlichen Sätzen die pulverigen Flammenfeuersätze und die mit gröberen Körnern untermischten Funkenfeuersätze zu unterscheiden. Je nachdem die Sätze aber in Folge ihrer Bestandtheile langsamer und schneller brennen, nennt man sie faule und rasche Sätze. Die Durchmischung der Satzingredienzien darf aber nur dann geschehen, wenn dieselben im Einzelnen gepulvert worden. Am sichersten stellt man diese Durchmischung dadurch her, daß man die Ingredienzien zu wiederholten Malen in einer Schüssel mit den Händen durcheinander wühlt und ebenso oft durchschüttelt und durchsiebt. Das Zerreiben derselben in einem Mörser, sei derselbe auch von Porzellan oder von Holz, ist nicht immer rathsam.

Unter Stoppinen versteht man die baumwollenen Zündfäden, welche mit einer Mischung von dünnem Gummiwasser und Pulver überzogen sind. Die Stoppinen pflegt man auch zu umhülsen. Außerdem kommen zur Entzündung noch die Lunte und die sogenannten Zündlichter in Anwendung.

Was bietet nun aber ein aufgestelltes Lustfeuerwerk als die wesentlichsten Unterhaltungen? Fast kein Feuerwerk ohne die Lust der Schwärmer; aber auch kein Versuch zu einer Feuerwerksunterhaltung, ohne daß nicht der Neuling in der Kunst mit ihnen seine ersten Uebungen anfinge. Dennoch gehört der Schwärmer zu denjenigen Feuerwerksstücken, welche in der Hand des Unerfahrenen durch ein zu schnelles Zerplatzen sehr gefährlich werden können; besser ist es, wenn sie als Garnirung zusammengesetzter Feuerwerksstücke gebraucht werden.

Wenn die Schwärmerhülse, welche man nach einem Musterschwärmer gearbeitet hat, fast trocken ist, wird sie an einem Ende vollkommen luftdicht zugeschnürt und mit Thon zugeklebt; dann füllt man sie bis zur Hälfte mit feinem Kornpulver an und schüttelt hierauf einen Satz, welcher aus 16 Theilen Salpeter, 18 Th. Mehlpulver, 5 Theilen Kohle und 2 Theilen Schwefel besteht; die Kohle kann eine gemischte, d. h. grob- und feinpulverig zugleich, sein. Nachdem man nun den Kopf des Schwärmers nach dem Musterschwärmer bis zu $^3/_4$ der Weite zugeschnürt hat, füllt man den oberen hohlen Raum mit einem Teig aus, der aus dem angegebenen Schwärmersatz und Branntwein besteht, und überschüttet noch die glattgestrichene obere Fläche dieser Ausfüllung mit etwas Schießpulver zur leichteren Entzündung. Auch bringt man oft ein Stückchen Stoppine in den Kopf des Schwärmers hinein. Je nachdem man die Schwärmer zum Werfen mit der Hand oder zum Schießen aus einer Pistole und endlich zur Garnirung bestimmt, giebt man ihnen auch eine verschiedene Länge; ein gelungener Schwärmer muß immer in der Luft zum Zerplatzen und Knallen, d. h. bis zur Entzündung des Schießpulvers in ihm kommen.

Was nun die weitere Verwendung der Schwärmer zur Schwärmerbüchse oder zum Bienenschwärmer betrifft, wo 30 bis 40 Schwärmer mit einem Male brennend in die Luft geschleudert werden, so ist es vor allem erforderlich, daß man sich die Konstruktion eines solchen komplizirten Stückes aus der Werkstatt eines Feuerwerkers ansieht; ein genauer Anblick desselben wird den Unkundigen ungleich mehr und sicherer darüber belehren, als die umständlichste Beschreibung. Wir bemerken nur, daß hier die einzelne Papierbüchse auf ihrem gut angeleimten starken Boden eine

gehörige, etwa messerdicke Pulverlage haben muß und mit Schwärmern so angefüllt ist, daß diese, mit dem Kopf nach unten gekehrt, auf dem Pulver stehen. Außerdem befindet sich in der Mitte zwischen den Schwärmern eine aus der Büchse hervorragende, wenigstens 10 Zoll lange Hülse, welche mit einem etwas faulen Feuerfunkensatz, wie wir einen solchen als obere Füllung der Schwärmer kennen gelernt haben, geladen ist; diese Hülse, am Kopfe halb zugeschnürt und mit einer Stoppine versehen, steht mit dem offenen Ende auf der Schießpulverlage am Boden, und ist sowohl unten wie oben mit einem Anfeuerungsteig zugeschnürt. Wenn man die Schwärmerbüchse etwa doppelt so hoch als die Schwärmer macht, so fliegen die Schwärmer, nach der Anzündung der Stoppine, ungleich höher, und gewähren so das Vergnügen, daß keiner von diesen Schwärmern erst nach dem Niederfallen auf die Erde zerplatzt. Nach dieser angegebenen Ausfüllung der Büchse bringt man einen leichten Papierdeckel über ihre obere Oeffnung an, und zwar so, daß die mittlere Hülse mit der Stoppine durch ein anschließendes rundes Loch dieses Deckels hervorragt. Durch den langsam verbrennenden Satz in der mittleren Hülse findet die ganze Entladung der Schwärmer nicht sogleich nach der Anzündung der Stoppine statt, sondern man gewinnt dabei noch Zeit genug, vor dieser Entladung sich zu entfernen.

Reichhaltiger wird die Schwärmerbüchse, wenn man sie, außer Schwärmern, noch mit den sogenannten Fröschen, Schlangen (Serpentosen), Leuchtkugeln und ähnlichen einzelnen Feuerwerksstücken füllt; in diesem Fall nennt man das zusammengesetzte Feuerwerksstück einen Feuertopf (pot à feu). Was von diesen erwähnten einzelnen Stücken gilt, lernen wir weiter unten kennen; für die Anfertigung eines solchen Feuertopfes haben wir uns aber nur zu merken, daß die Leuchtkugeln, wozu man die kleinsten auswählt, unmittelbar auf dem Pulver der Büchse zu liegen kommen; dann überdeckt man sie mit einer Scheibe von dünnem Papier, welche auf beiden Seiten mit der angeführten Anfeuerung bestrichen ist, und stellt nun in der schon angegebenen Weise die Schwärmer und die mit dem etwas faulen Satz gefüllte Hülse, die Zündröhre, auf die Papierscheibe, während man die Frösche und Serpentosen, die man mit etwas langen Stoppinen versieht, zwischen die Schwärmer

vertheilt. Man kann den übrigen Raum der Büchse, hier sowohl wie auch bei der Schwärmerbüchse, zweckmäßig mit Papierschnitzeln anfüllen, um die gleichmäßige Entzündung aller Theile zu begünstigen.

Gehen wir nun zu den anderen einfachen und zusammengesetzten Feuerwerksstücken über, so sind es zunächst die schönen Leuchtkugeln, welche unsere Aufmerksamkeit zu fesseln im Stande sind. Sie sind die eigentlichen Träger des schönsten Farbenprunkes, welchen man mit Hülfe der oben angeführten Salze erzeugen kann. Wir wollen die Bereitung der Leuchtkugeln, deren entzündendes Ingredienz das chlorsaure Kali ist, dem Feuerwerker vom Fach überlassen, welcher die erforderliche Geschicklichkeit und die nöthigen Vorrichtungen besitzt, um weniger der Gefahr einer gefährlichen Explosion dieses Salzes ausgesetzt zu sein; dagegen werden wir folgende Leuchtkugelsätze ohne Gefahr bereiten können, wenn wir die bekannten Rücksichten beim Pulverisiren und Mischen ihrer Ingredienzien beobachten.

Um einen Leuchtkugelsatz mit weißem Licht zu erhalten, pulverisire man 2 Theile von dem käuflichen Schwefelantimon (dem grauen Spießglanzerz) möglichst fein und mische dieses Pulver dann mit 3 Theilen reinem Schwefelpulver und 8 Theilen Salpeterpulver. Leuchtkugeln mit gelbem Feuer erhält man, wenn man 4 Theile Schwefelantimonpulver mit 3 Theilen feiner Kohle aufs innigste zusammenreibt, dann ebenso genau 8 Theile Schwefelpulver zumischt und nun das Ganze mit 32 Theilen pulverisirtem trocknem salpetersaurem Natron gleichmäßig mit einem hölzernen Spaten durchwühlt und darauf durchsiebt. Wünscht man nun noch Leuchtkugeln von anderer Farbe, so kann man die weißen sehr leicht in rothe umwandeln, wenn man zu ihrem Satz statt des gewöhnlichen Salpeters (des salpetersauren Kali's) salpetersauren Kalk oder noch besser salpetersauren Strontian zusetzt. Setzt man zu dem erwähnten Satz der weißen Leuchtkugeln etwa noch 1 Th. schwefelsaures Kupferoxydammoniak hinzu, so erhält man ein blaues Licht. Grüne Leuchtkugeln kann man aber erhalten, wenn man die noch pulverigen Sätze zu gelben und blauen Leuchtkugeln in etwa gleichen Theilen mit einander mischt. Die weitere Behandlung der Leuchtkugelsätze besteht darin, daß man etwa die Hälfte

davon mit Eiweiß zu einem weichen Teig zusammenknetet und nun zu demselben so viel von dem übrigen trocknen Satz zusetzt, bis man eine Masse erhält, welche man zu Kugeln oder auch zu kleinen Cylindern, wie die Leuchtkugeln gewöhnlich im Verkauf erscheinen, formen kann. Diese Kugeln werden dann in Mehlpulver gerollt und an einem dunklen, ebenso trocknen wie warmen Orte getrocknet.

Die interessanteste Verwendung finden die Leuchtkugeln zu den sogenannten römischen Lichtern. Diese bestehen aus Hülsen, in welchen erst eine Lage gröbliches Schießpulver, dann eine Leuchtkugel und nun eine Lage von einem faulen Feuerfunkensatz folgt, welcher letzterer aus 4 Theilen Schwefel-, 5 Theilen gemischtem Kohlen- und 15 Theilen Salpeterpulver zusammengemischt ist. Auf diese Ladung folgt nun wieder Schießpulver, eine Leuchtkugel und der faule Feuerfunkensatz u. s. w., bis die Hülse gefüllt ist. Damit sich der Feuerfunkensatz mit dem Schießpulver nicht vermische, kann man zwischen beide auch sehr zweckmäßig eine Scheibe trocknes Zündpapier legen, welches man durch Ueberstreichen eines dünnen Papiers mit angefeuchtetem Mehlpulver bereitet. Stellt man mehrere römische Lichter in einer Büchse zusammen, so erhält man hiermit die zusammengesetzten römischen Lichter.

Wie wir zur Anfertigung der Schwärmer und der Schwärmerbüchse uns eines Musterexemplares aus der Werkstätte eines Feuerwerkers bedienten, so wird uns auch der genaue Anblick solcher Musterexemplare bei der Darstellung der römischen Lichter und ähnlicher Feuerwerksstücke mit dem allerwichtigsten bekannt machen. In einer ähnlichen Weise brauchen wir nur einen der sogenannten Frösche zu öffnen, um zu erkennen, wie sie angefertigt werden. Sie bestehen, wie wir dann sehen, aus 1 oder 2 der uns schon bekannten Stoppinen, welche von einer leichten Hülse umgeben und mit dieser in mehreren Lagen zusammengefaltet sind.

Eine ähnliche Unterhaltung gewährt die Darstellung eines anderen sehr einfachen Feuerwerkstückes, und zwar eines Feuerrädchens. Man klebt hierzu eine dünne, sehr lange Hülse aus Schreibpapier zusammen, füllt sie gleich darauf mit etwas grobem Mehlpulver an, und klebt sie nun schneckenförmig auf eine runde Pappscheibe auf, nachdem man sie vorher noch, wie das Muster-

exemplar zeigt, gekerbt hat. Nach dem Austrocknen dieses Feuerwerkstückes sticht man durch den Mittelpunkt der Scheibe eine Nadel, welche sich an dem Ende eines Stabes befindet, und kann nun dieses Feuerrädchen selbst abbrennen, während man mit ihm umhergeht.

Die Darstellung anderer Arten von Feuerrädern, Umläufern, wie auch die Anfertigung von Raketen, ist schon bedeutend schwieriger, und nur nach umständlicheren Anweisungen eines Meisters in der Feuerwerkskunst für den bloßen Liebhaber derselben möglich. Jedenfalls aber wird uns unsere Unterhaltung über die Feuerwerkskunst, wie auch der Versuch, einige Stücke derselben darzustellen, den Nutzen bereiten, daß wir auch hier die Chemie in ihrer großen Bedeutung würdigen lernen und uns noch nachträglich mit ihr um vieles vertrauter machen. In der That kann uns in einem chemischen Werk weniger ein Lustfeuerwerk, als vielmehr die Rolle interessiren, welche die chemischen Kräfte der Natur hier spielen.

Haben wir uns ein allgemeineres chemisches Wissen über alle Zweige der gewerblichen und künstlerischen Thätigkeit angeeignet, dann kann uns das speziellere Studium eines besonderen Zweiges, welchen wir zu unserer Berufsbeschäftigung gemacht haben, durchaus keine Schwierigkeit, wohl aber die schönste Unterhaltung und eine segensreiche Anregung zu einer weiteren Entwickelung unserer eigensten Sache gewähren. Ein Wissen begünstigt das andere, was jedoch das chemische Wissen betrifft, so müssen wir dasselbe aus seiner mannigfachsten Anwendung kennen und würdigen lernen, wenn es uns in unseren speziellen praktischen Zwecken ungeschmälert nützlich sein soll; dieses haben wir im Laufe unserer Unterhaltung vielfach ermessen können, und so mag auch unsere Lustfeuerwerksunterhaltung noch denen nützlich werden, welche am allerwenigsten von ihr einen Nutzen erwarten.

Wir huldigen indessen auch der Freude, und diese mag uns schließlich die Feuerwerkskunst mit einem schönen bengalischen Feuer gewähren. Wir brauchen hierzu nichts weiter, als die oben angegebenen pulverigen Mischungen zu den weißen, gelben, blauen und grünen Leuchtkugeln, in einzelnen Schalen getrennt, abbrennen zu lassen, wobei wir noch bemerken, daß die Feuerwerker von Fach

sich hierzu auch anderer Mischungen und oft anderer Vorrichtungen bedienen. Das Schönste bei diesem Feuer ist sein Schein, weshalb man auch die brennenden Sätze besser dem Auge entzieht, um sich nur an ihrem die Dunkelheit zauberhaft durchstrahlenden Lichte zu erfreuen.

Nachdem wir hiermit unsere chemischen Unterhaltungen beschlossen haben, um uns mit demselben Eifer für eine praktische Ausbeute und einen geistigen Genuß noch einigen anderen, nicht minder wichtigen und unterhaltenden Zweigen der naturwissenschaftlichen Erkenntniß zuzuwenden, bleibt uns nur noch die Hinweisung auf das erklärende Wortregister übrig. Dasselbe bietet dem geneigten Leser nicht allein einen Ueberblick der in dem vorliegenden Werke gebrauchten Benennungen, sondern berücksichtigt auch die verschiedensten Namen eines und desselben Gegenstandes, der im Handel und Wandel keine geringe Bedeutung besitzt. Aehnlich wird auch das Wortregister unserer praktischen Physik ꝛc. eingerichtet sein, damit sich auch in dieser Beziehung das „Wunderreich der Natur" den Freunden der ebenso praktisch nützlichen wie geistig bildenden Naturwissenschaften empfehle.

Erklärendes Wortregister.

A.

Abtreiben der Metalle, II, 328.
Acetometer, Essigsäuremesser, I, 372.
Achat, II, 233.
Abkühlen des Glases, II, 236.
Ackererde, vgl. Humus, I, 76. 335.
Aconitin, eine Pflanzenbase aus der Aconitpflanze, vergl. Pflanzenbasen, I, 103. 104.
Acrol oder Acrolein, ein scharfriechendes Zersetzungsprodukt des Scheel'schen Süß, vgl. dieses.
Adept, Alchymist, I, 1. 2.
Adern, I, 129. 130.
Adhäsion, s. Anziehung.
Aequivalente, Atome, II, 12.
Aether, I, 322. 380.
Aetherarten, I, 112. 113. 379—387.
— arsenhaltige, I, 382.
Aetherische Oele, I, 109—111. 387 bis 389.
Aetherradikale, I, 380.
Aethyl, I, 381.
Aethyloxyd, s. Weingeistäther.
— buttersaures, I, 113. 384. 385.
Aetzammoniak, s. Ammoniak.
Aetzen des Glases, II, 88.
Aetzgrund, II, 88.
Aetzkali, II, 280. 283.
Aetzkalk, vgl. II, 263.
Aetzlauge, eine wässerige Auflösung der Alkalien, II, 185.
Aetznatron, II, 273.
Aetzstein, salpetersaures Silberoxyd, I, 470; II, 331.
Aetzsublimat, Queckssilberchlorid, II, 307.
Affinität, s. Anziehung, chemische.
Aggregatzustände der Körper, I, 19.
Ahornholz, zur Nachahmung des Mahagoni, II, 56.
Ahornzucker, I, 240.
Alabaster, II, 261.
Alaun, II, 255.
— im Brod, I, 271, 463.
— gebrannter, II, 255.
— römischer, II, 255.
Alaunbeize, I, 38.
Alaunerde, Alaunerdehydrat, d. h. wasserhaltige Alaunerde, vgl. Thonerde, II, 242, 244.
— in Verbindung mit Farbstoffen, II, 26. 49. 50.
— kieselsaure, vgl. Porzellan, II, 252.
— schwefelsaure, vgl. schwefelsaure Thonerde, II, 255.
Alaungerberei, II, 197. 202.
Albumin, Eiweißstoff, I, 63. 89. 90. 155. 273.
— im Blut, I, 133.
Alchymist, s. Adept.
Aldehyd, I, 320. 321.
Ale (spr. Aehl), I, 352.
Alizarin, II, 43.
Alizarintinte, II, 53.
Alkali, flüchtiges, s. Ammoniak.
Alkalien, Ermittelung derselben, II, 21. 23.

Alkalien, feuerbeständige oder fixe, II, 270. 280.
Alkalimetalle, II, 391. 393.
Alkalimeter, Laugenmesser, I, 15, 16.
Alkaloide, organische Basen, vgl. Pflanzenbasen, I, 104.
Alkalische Erden, II, 256.
Alkannawurzel, als Farbematerial, II, 43.
Alkarsin, eine arsenhaltige Aetherart, I, 382.
Alkohol, I, 355—367.
— Bildung desselben, vgl. Weingeistbildung, I, 307—310.
— Gehalt im Bier, I, 355.
— Gehalt im Wein, I, 296, 340. 347.
— beim Brodbacken, I, 270.
— verdünnter, Branntwein, I, 362.
— wasserfreier oder absoluter, I, 362. 365.
— Wirkung desselb., I, 289—295.
Alkoholometer, Branntweinwage, I, 15. 363.
Allyl, ein Aetherradikal, vgl. I, 380.
Almagra, rothe Farbe, vgl. Eisenoxyd, II, 380.
Alumium, II, 242.
Alumiumoxyd, Thonerde, Alaunerde, II, 242. 244.
Amalgamationsprozeß, II, 329.
Amalgame, II, 339.
Ambra, I, 377.
Ameisensäure, I, 320.
Amethyst, II, 58.
Ammoniak, als Gas und Flüssigkeit, I, 57. 71. 442—446.
— als Nahrungsmittel der Pflanzen, I, 215.
— als Zersetzungsprodukt durch Fäulniß, I, 72. 332. 446.
— als Zersetzungsprodukt durch trockne Destillation, I, 75. 446.
— im Harn, I, 151.
— im Schweiß, I, 392.
— in der Atmosphäre, I, 442.
Ammoniak, cyansaures, Verwandlung desselb. in Harnstoff, II, 177.
— kohlensaures, I, 75. 446.
— salpetersaures, I, 450.
Ammoniak, salzsaures, Salmiak, I, 447.
— schwefelsaures, I, 443.
Ammoniak-Alaun, II, 255.
Ammoniak-Kupfer, schwefelsaures, II, 347.
Ammoniaksalze zur Düngung, I, 443.
Ammoniakseife, II, 186.
Ammonium, I, 57. 443.
Ammoniumamalgam, II, 91.
Ammoniumplatinchlorid, Platinsalmiak, II, 313.
Amorph, gestaltlos, unkrystallinisch, vgl. II, 165.
Amphidsalze, chemische Verbindungen 2ter Ordnung, I, 38.
Amygdalin, I, 110.
Amyloxyd, oder Amyläther, I, 383.
Amylum, Stärkemehl, I, 232—237.
Analysen, chemische Untersuchungen, I, 93. 272.
Ananasöl, I, 385.
Anisöl, I, 109.
Anköpfen, II, 396.
Anlassen des Stahls, II, 37. 379.
Annihilator, II, 116.
Anorganische Natur, I, 60.
Ansteckung, I, 138. 313. 314.
Anthracit, II, 113.
Antichlor, II, 63.
Antimon, II, 384—386.
Antimonblüthe, II, 385.
Antimonbutter, s. Chlorantimon.
Antimonchlorid, s. Chlorantimon.
Antimonige Säure, II, 386.
Antimonoxyd, II, 386.
— weinsaures oder weinsteinsaures, II, 386.
Antimonsäure, II, 389.
Antimonsilber, II, 333.
Antiseptische Mittel, s. fäulnißwidrige Mittel.
Anziehung, chemische, I, 8. 28. 31. 35. 46.
— der einzelnen Körpertheilchen, Cohäsion, Kraft des Zusammenhalts od. Zusammenhangs, I, 18—24.
— der Erde, Schwere, I, 11—18.

Anziehung, der Flächen (Flächenanziehung), Adhäsion, auch Capillarität, Haarröhrchenanziehung, I, 25—28.
Anziehungskräfte, I, 11—28.
Aorta, I, 130.
Apfelöl, I, 384.
Apfelsäure, I, 262.
Apfelwein, I, 346.
Appetit, I, 121. 122. 150.
Appretiren, II, 202.
Aquamarin, II, 58.
Arabin, I, 238.
Arak oder Arrak, I, 112. 357. 366. 367.
Arbusen, I, 258.
Arekanüsse, I, 101. 112.
Argand'sche Lampe, II, 123.
Argentan, Neusilber, II, 334.
Argentangeschirre, I, 484.
Aroma, vgl. angenehme Geruchsstoffe, I, 101. 105. 107.
Arraka oder Arki, I, 358.
Arrowroot, I, 233. 235.
Arsen oder Arsenikmetall, I, 480; II, 160.
Arsenige Säure oder weißer Arsenik, I, 474.
Arsenik, gelber, Operment, I, 479; II, 34. 389.
— rother, Realgar, II, 34. 389.
Arsenikblüthe, II, 389.
Arsenikeisen, I, 458. 459.
Arsenikfarben, I, 478. 486. 487.
Arsenikkies, II, 389.
Arsenikkobalt, II, 389.
Arsenikkupfer, II, 390.
Arseniknickel, II, 390.
Arsenikplatin, II, 390.
Arsenikprüfung, I, 476—481.
Arsenikfilber, II, 333.
Arsenikwirkung, I, 474. 475.
Arsenlegirung, II, 390.
Arsensäure oder Arsenikfäure, I, 475; II, 390.
Arterien oder Pulsadern, I, 130.
Artesische Brunnen, I, 406.
Arzeneimittel, unerklärte Wirkungen derselben, I, 104.
Asafötida, I, 239. 390.
Asbest, II, 118.
Asbestzeuge, II, 118.
Asche, I, 71. 72; II, 281.
Asparagin, eine Pflanzenbase aus dem Spargel, s. Pflanzenbasen.
— in den Kartoffeln, I, 254.
Asphalt, I, 79.
Athmen, I, 50. 129. 151.
— in der Kälte und Wärme, I, 65.
Athmungsmittel, Respirationsmittel, I, 64.
Atmosphäre, I, 417—457.
— Druck derselben, I, 12. 420.
— Höhe, I, 418.
Atmosphärische Luft, Gewicht derselben, I, 423.
— im thierischen Körper, I, 417.
— im Wasser, I, 409.
— unveränderliche Zusammensezzung derselben, I, 423.
— zufällige Bestandtheile derselb., I, 427. 428. 433. 442. 447.
Atome, I, 331; II, 8—15. 182.
Atomgewicht oder Atomzahl, II, 8—14.
Atomgruppen, II, 15.
Atropin, eine Pflanzenbase aus dem Tollkraut, s. Pflanzenbasen.
Auffangen der Gase, I, 48.
Aufgußthierchen, Infusorien, im Wasser, I, 282.
— im Essig, I, 382.
— Leuchten derselben, I, 148.
Auffrischung der Gemälde, II, 196.
Auflösung, Lösung, I, 27.
Auripigment, s. Arsenik, gelber.
Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren und Erwärmen, I, 17.
Ausdünstungen, I, 456: II, 262.
Auslaugen der Potasche, II, 281.
Ausnahmegesetze in der Natur, I, 16. 17.
Aussalzen der Seife, II, 186.
Aussaigern, II, 356.
Ausscheidungen, Absonderungen d. Blutes, I, 140. 151. 203.
Austern, I, 174.
Autographie, II, 77. 81.
Azot, s. Stickstoff.

B.

Backen, I, 266—271.
Bäder, mineralische Wässer, I, 404.
Baldrianöl, I, 388.
Baldriansäure, I, 388.
Ballon, Luftballon, I, 53.
Balsame, I, 387.
Barium oder Barytmetall, II, 393.
Bariumoxyd oder Baryterde, II, 256. 269.
— kohlensaures, II, 269.
— salzsaures, s. Chlorbarium.
— schwefelsaures, oder Schwerspath, II, 269.
Barometer, I, 420.
Barytwasser, II, 269.
Basalt, II, 231.
Basen, I, 32.
— organische, s. Pflanzenbasen.
Basenradikale, II, 391.
Bassische Salze, II, 349. 361.
Bassorin, eine Art Pflanzenschleim, vgl. dasselbe.
Bast, I, 229.
Bastzellen, I, 224.
Batavischgrün, s. Grünspan.
Bauchspeicheldrüse, I, 114.
Baume's Schnellfluß, II, 175.
Baumöl, I, 182; II, 108. 186.
Baumstämme, mit Metallsalzlösungen zu tränken, II, 219.
Baumwolle, II, 215. 216.
— explodirende, I, 232.
Beinglas, II, 239.
Beinschwarz, Knochenkohle, vergl. Knochen und Kohle.
Beize, in der Färberei, I, 28; II, 48. 49.
Beizen des Holzes. II, 54—56.
Beleuchtungsmaterialien, II, 127—144.
Benzoeblumen oder Benzoesäure, eine flüchtige Säure des Benzoeharzes, vgl. dasselbe.
Benzoeharz, I, 390.
Berberin oder Berberisgelb, II, 44.
Bergamottöl, I, 109.
Bergbau, II, 297.
Bergblau, II, 349.
Bergbutter, eine Art Kreide, vgl. dieselbe.
Berggrün, II, 349.
Bergkrystall, II, 233. 234.
Bergleute, II, 298.
Bergnaphtha, Steinöl, I, 79.
Bergöl, s. Bergnaphtha.
Bergpech, s. Asphalt.
Bergtheer, I, 79.
Berlinerblau, II, 44. 46. 47.
Berlinerroth, ein Gemisch von Fernambuk, Thonerde, Kreide, vgl. Farbenpräparate.
Bernstein, II, 57. 112.
Bernsteinfirniß, II, 57.
Bernsteinöl, I, 392.
Bernsteinsäure, I, 392.
Beryllerde, II, 256.
Beryllium, II, 393.
Betelkauen, I, 101.
Bienenwachs, I, 181.
Bierbrauerei, I, 349—355.
Biereſſig, I, 369.
Bierextract, I, 354.
Biergenuß, I, 99.
Bierhefe, I, 268. 314. 315.
Biertaufe, gesundheitsgefährliche I, 355.
Bierwage, I, 354.
Bierwürze, I, 350.
Biere, Alkoholgehalt, I. 355.
— deutsche, I, 352.
— englische, I, 352.
— Verfälschung und Prüfung, I, 470. 471.
Birkenholz, Heizkraft desselben, II, 108.
Birkenöl, brenzliches, II, 202.
Birnenbaumholz, zur Nachahmung des Ebenholzes, II, 55.
Birnenöl, I, 384.
Bister, II, 383.
Bittererde oder Magnesia, II, 256. 266—268.
— gebrannte, II, 267.
— kohlensaure, II, 267.
— salzsaure, od. Chlormagnesium, I, 403.

Bittererde, schwefelsaure, englisches Salz, II, 266.
Bitterkleesalz, fälschlich für Sauerkleesalz, vgl. dasselbe.
Bittermandelöl, I, 110.
Bittermandelwasser, I, 404.
Bittersalze, vgl. Bittererde.
Bitterstoff des Hopfens, Lupulin, I, 111.
Bitterstoffe, vgl. Extractivstoffe, I, 107.
Blatt der Pflanze, I, 224.
Blattgold, II, 205.
— unechtes, II, 206. 327.
Blattgrün oder Chlorophyll, II, 25.
Blattroth der Herbstblätter, II, 25.
Blattsilber, II, 205.
Blattzellen, I, 224.
Blau, sächsisches, II, 42.
Blaufarbenwerke, II, 375.
Blauholz, Kampechenholz, II, 24.
Blausäure, II, 45. 47.
Blauwasser, II, 347.
Blei, II, 359—366.
Bleibaum, II, 361.
Bleichlorid, Chlorblei, II, 362.
Bleierze, II, 359.
Bleiessig oder Bleiextract, II, 361.
Bleigelb, s. Bleioxyd.
Bleiglasur, I, 482. 483; II, 360.
Bleihyperoxyd oder Bleisuperoxyd, II, 364.
Bleikolik, II, 365.
Bleilegirungen, II, 364. 365.
Bleioxyd, II, 328. 360.
— antimonsaures, Neapelgelb, II, 386.
— chromsaures, Chromgelb, II, 387.
— elaïnsaures, s. Bleipflaster.
— essigsaures, II, 360. 361.
— kohlensaures, II, 360.
— rothes, Mennige, II, 363. 364.
— salzsaures, Chlorblei, II, 362.
— schwefelsaures, Bleivitriol, II, 359. 362.
Bleioxyd-Chlorblei, Kasselergelb, II, 361.
Bleioxydhydrat, II, 360.
Bleipflaster, Heftpflaster, II, 185.
Bleischrot, Darstellung dess., II, 364.
Bleischrot, Gefahr beim Flaschenspülen, I, 473. 474.
Bleivergiftung und Prüfung darauf, I, 472.
Bleivitriol, II, 359. 362.
Bleiweiß, II, 360.
Bleischwärze, s. Schwefelblei.
Bleizucker, II, 360.
Bleichen, II, 60—69.
— durch Chlor, II, 65—67.
— durch schwefelige Säure, II, 68.
— in der Sonne, II, 60. 61. 66.
Bleichsalz, vgl. Chlorkalk, II, 67.
Blenden, eine Art Schwefelmetalle, II, 303. 304.
Blinddarm, I, 115.
Blumenduft, Schädlichkeit desselb., I, 377.
Blut, I, 128—139.
Blutadern, s. Venen.
Blutasche, I, 134.
Blutgift oder Wurstgift, I, 136. 137. 139.
Bluthauch, I, 134.
Blutkuchen, I, 133.
Blutkügelchen oder Blutkörperchen, I, 131. 132.
Blutmenge eines erwachsenen Menschen, I, 130.
Blutroth, I, 133. 163.
Blutspeisen, I, 134—136.
Blutumlauf, I, 130.
Blutwärme, I, 130.
Blutwasser oder gelbliche Blutflüssigkeit, I, 133.
Blutzusammensetzung, I, 131—134.
Blutlaugensalz, II, 45. 287.
— zum Blaufärben, II, 45—47.
— als Fleckmittel, II, 194.
— als Reagenz auf Kupfer, II, 351.
Blutstein, II, 377.
Bohnen, II, 249.
Bologneserflaschen, Springkolben, II, 237.
Bolus, rother, eisenhaltige Thonerde, vgl. Alaunerde.
— weiße Thonerde, vgl. Alaunerde.
Bononischer Stein, II, 146.

Bor, II, 393.
Borax, als Flußmittel, II, 278.
— gebrannter oder calcinirter, II, 278.
— venetianischer, II, 278.
Boraxglas, II, 278.
Boraxsäure oder Borsäure, II, 279.
Bouillon oder Fleischbrühe, I, 164.
— aus der Leimsubstanz, I, 158.
Bouquet der Weine, I, 298.
Brandharz, Theerpech, I, 73. 79.
Brandöle, II, 140.
Branntwein, s. Alkohol.
Brasilienholz oder Fernambuk, II, 43. 55.
Braten, I, 168.
Braun, vegetabilisches, s. Umbra.
— van Dyc's, s. Umbra.
— Breslauer, Eisencyankupfer, II, 351.
Braunbleierz, II, 359.
Brauneisenstein, II, 377.
Braunkohle, II, 111. 112.
Braunschweigergrün, s. essigsaures Kupferoxyd.
Braunstein, II, 382. 383.
Brechweinstein, II, 386.
Bremerblau, II, 347.
Bremergrün, meist kohlensaures Kupferoxyd, vgl. dasselbe.
Brennmaterialien, II, 108—113.
Brennöl, II, 130—132.
Brenzessig, Holzessig, I, 74. 374.
Brenzliche Oele, I, 73. 74. 78; II, 140.
Briançoner Kreide, vgl. Kreide.
Brod, I, 266—271.
— Geschichte desselben, I, 266. 267.
— Verunreinigung und Prüfung, I, 462—464.
Brodfruchtbaum, II, 216.
Brom, I, 41. 403; II, 67.
Bromwasserstoffsäure, I, 42.
Bronce, II, 351.
Broncepulver, II, 255.
Brucin, eine Pflanzenbase aus der Nux vomica, vergl. Pflanzenbasen.
Brunnenkresse, I, 257.
Brunnenwasser, I, 405.
Buchweizen, I, 252.
Büchenholz, Heizkraft desselben, II, 108. 116.
Büchfelder-Torf, II, 109.
Butter, I, 204. 205.
— ranzige, I, 205. 465.
— Verunreinigung und Prüfung, I, 465.
Butteräther, eine Rumessenz, I, 113. 384.
Buttermilch, I, 205.
Buttersäure, I, 205. 384. 385.
Butterseife, zur Darstellung des Ananasöls, I, 385.
Butyrin, I, 204.

C.

Cacaobutter oder Cacaoöl, I, 108.
Cadet'sche Flüssigkeit, s. Alkarsin.
Cadmium, II, 373.
Cadmiumgelb, II, 47. 373.
Cäment oder Cement, s. Mörtel.
Cämentkupfer, II, 344.
Cämentstahl, II, 379.
Cämentwasser, II, 344.
Caffein, I, 103. 104.
Cajeputöl, vgl. ätherische Oele.
Calcedon, II, 233.
Calcium, II, 393.
Calciumoxyd, s. Kalk, II, 263.
Calciumsulphydrat, II, 199.
Calomel, II, 306.
Caoutchouc, s. Kautschuk.
Campecheholz, s. Blauholz.
Camera obscura, II, 71.
Campher, Kampher, I, 388.
— künstlicher, I, 388.
Candis, Kandis, I, 22. 242.
Canton's Phosphor, II, 146.
Capillarität, Haarröhrchenanziehung, I, 25.
Caprin und Capronfett, Fettarten der Butter, vgl. Butyrin.
Caput mortuum, II, 380.
Carbon, s. Kohlenstoff.
Carmin, blauer, II, 42.
— rother, II, 26. 43.
Caromel, I, 245.

Carrarischer Marmor, II, 258.
Casein, s. Käsestoff.
Cassavabrod, I, 220.
Casselergelb, II, 361.
Catechu, II, 199.
Cement, s. Cäment.
Cerain, Bestandtheil des Wachses, vgl. dasselbe.
Cerium, II, 391.
Cetin, I, 181.
Chamäleon, mineralisches, II, 384.
Chamillenöl, I, 110.
Champagner, I, 347—349.
Champignon, I, 460.
Chemie alter Zeit, I, 5. 6; II, 289—291.
Chemische Analyse, s. Analyse.
— Anziehung, s. Anziehung.
— — Prozesse derselben, s. Prozesse.
— Verbindungsgesetze, s. Verbindungsgesetze.
— Verbindungen, Ordnungen derselben.
Chinin, I, 103.
Chokolade. I, 108.
Chokoladensurrogate, I, 461. 462.
Cholerakranken, Blutzustand derselben, I, 139.
Chondrin, I, 103.
Chlor, I, 41; II, 63. 66. 67.
— Brennen im, I, 41. 42.
— zur Bleiche, II, 66. 67.
Chlorammonium, I, 447.
Chlorantimon, I, 42; II, 385.
Chlorbarium, I, 469.
Chlorblei, II, 361. 362.
Chlorcalcium, I, 433; II, 67.
Chlorchrom, II, 387.
Chlorgold, II, 324.
Chlorkalium, I, 43. 283.
Chlorkalk, II, 76.
Chlorkobalt, II, 39.
Chlorkupfer, II, 346.
Chlormetalle, II, 305—307.
Chlornatrium, Kochsalz, II, 273 bis 278.
Chlorplatin, II, 313.
Chlorquecksilber, II, 306. 307.
Chlorsäure, I, 43.
Chlorsilber, II, 69. 327. 331.
Chlorstickstoff, II, 178.
Chlorwasser, II, 64.
Chlorwasserstoff, s. Salzsäure.
Chloroform, I, 381. 387.
Chlorophyll, s. Blattgrün.
Chlorüre und Chloride, II, 306.
Chlorverbindungsstufen, II, 306.
Chrom, II, 386—389.
Chromalaun, II, 256.
Chromeisenstein, II, 386.
Chromgelb, II, 48.
Chromgrün, II, 388.
Chromocker, II, 386.
Chromorange, II, 387.
Chromoxyd, II, 338.
Chromsäure, II, 388.
Chromroth, II, 387.
Chromsalz, rothes, II, 387.
Chrysorin, II, 354.
Chylus, Nahrungssaft, I, 119.
Chymus, Speisebrei, I, 117.
Cichorie, I, 106. 460.
Cider, s. Apfelwein.
Cinchonin, eine Pflanzenbase in der Chinarinde, vgl. Chinin.
Citronenöl, I, 109.
Citronensäure, I, 262. 263.
Coaks, II, 108. 110. 113.
Cobalt, s. Kobalt.
Cochenille, II, 43.
Cocons, II, 227.
Cocusnüsse, II, 187.
Cocusöl, II, 187.
Cognac, I, 112. 357.
Cohäsion, s. Anziehung.
Colcathar, II, 380.
Collodium, I, 23.
Cölnisches Wasser, I, 397.
Cölnische Erde, s. Erde.
Colophonium, I, 390.
Colostrum, Milch gleich nach der Geburt, vergl. Frauenmilch, I, 210.
Composition, II, 367.
Comprimiren und Conserviren der Gemüse, I, 276—280.
Conserviren des Fleisches, I, 165. 166.
Contact-Elektrizität, s. Galvanismus.
Conventbier, I, 350.

Conventionsfuß, II, 398.
Copaivabalsam, I, 390.
Copal, s. Kopal.
Corduanleder, II, 202.
Cremortartari, I, 261; II, 281. 285.
Crotonöl, I, 179.
Cuprum, s. Kupfer.
Curcuma oder Gelbwurzel, II, 44.
Curcumatinktur, II, 23.
Cumarin, I, 391.
Cyan, I, 43; II, 45. 392.
Cyaneisen, s. Berlinerblau.
Cyaneisenkalium, s. Blutlaugensalz.
Cyangold, II, 99.
Cyankalium, II, 45. 46. 98. 286.
Cyansäure, II, 177.
Cyansilber, II, 99.
Cyanwasserstoff, Blausäure, 45. 47.

D.

Daguerreotypie, II, 69—75.
Damascirung, II, 89. 379.
Dammerde, s. Humus.
Damonico, s. Eisenorange.
Därme, I, 115.
Darmkanal, I, 115.
Darmsaitenfabrikation, II, 205.
Darmsaft, I, 140.
Darmschleim, I, 124.
Darrmalz, Malz, I, 83.
Daturin, eine Pflanzenbase, vgl. Pflanzenbasen.
Davy's Sicherheitslampe, I, 78. 79; II, 107.
Decrepetiren, I, 38.
Dehnbarkeit der Metalle, II, 295.
Deckkraft der Farben, I, 23; II, 27. 51.
Dekatiren, II, 225.
Delirium tremens, I, 293. 301.
Desinfection, Entgiftung, I, 42. 455. 457; II, 262.
Desoxydiren, Sauerstoffentziehen, II, 300—302.
Destillation, I, 356.
Destillation, trockne, I, 73—75.
Destillationsblase, I, 360.
Destillirte Wässer, I, 417.
Dextrin, I, 87.
Diamant, I, 57.
— farbiger, II, 36.
Diana, s. Silber.
Dianenbaum oder Silberbaum, II, 333.
Diastase, I, 82. 86.
Dichtigkeit der Metalle, II, 294. 295.
Dickdarm, I, 115.
Diffusion der Gase, I, 424.
Digeriren, stehen lassen, I, 273.
Dimorphie, Zweigestaltigkeit, vgl. Krystalle, I, 22. 23.
Divi-Divi, II, 199.
Döbereiner'sche Zündmaschine, II, 166.
Doppelsalze, I, 38.
Doppelspath, II, 257.
Doppelt-Schwefeleisen, II, 155.
Doppelte Wahlverwandtschaft, I, 43.
Dotter, s. Eidotter.
Drachenblut, ein vegetabilischer, harziger Farbstoff, II, 57.
Draconin, der eigentliche Farbstoff des Drachenbluts.
Duft, s. Blumenduft.
Düngung, I, 215—217; II, 261. 262.
Dünndarm, II, 115.
Dünste, mephitische, I, 425.
Dunst, s. Ofendunst.
Durst, I, 124. 288. 289.
Dydym, II, 391.

E.

Eau de Cologne, s. Cölnisches Wasser.
Eau de Javelle, II, 195.
Ebenholz, künstliches, II, 55.
Edelsteine, künstliche, II, 58.
Edle Metalle, II, 308—314.
Eibischschleim, I, 238.
Eichelkaffee, I, 460.

Eichengerbsäure, s. Gerbstoff.
Eidotter, I, 180. 197.
Eier, I, 190—208.
— künstliche Ausbrütung derselben, I, 195. 196.
— nähere Bestandtheile derselben, I, 197.
— Nährkraft ders., I, 199.
— vor dem Verderben zu schützen, I, 199. 200.
Eieröl, I, 180. 197.
Eierschalen, I, 196.
Eigelb, I, 180.
— zum Ausmachen von Flecken, II, 193.
Einfache Körper, s. Elemente.
Einmachen der Gemüse u. Früchte, I, 283—286.
Einpökeln des Fleisches, I, 165.
Einschachtelungstheorie, I, 193.
Eis, I, 17. 410.
— conservirende Kraft desselben, I, 80. 81.
— künstliches im Sommer, I, 411.
Eisbauten, I, 412.
Eisblumen, I, 431.
Eisessig, I, 375.
Eisen, II, 376—382.
— blausaures, s. Berlinerblau.
— kaltbrüchiges, II, 379.
— kohlensaures, II, 377.
— im Blut, s. Blutroth.
— rothbrüchiges, II, 379.
Eisenalaun, II, 256.
Eisenblau, s. Berlinerblau.
Eisencyanid, II, 380.
Eisencyanür, II, 380.
Eisencyanürcyanid, s. Berlinerblau.
Eisencyankalium, s. Blutlaugensalz, II, 287.
Eisenflecke, Ausmachen derselb., II, 194.
Eisengelb, s. Ocher.
Eisenglanz, II, 377.
Eisengrün, meist kieselsaures Eisenoxydul, vgl. grünes Glas.
Eisenmagnetstein, II, 377.
Eisenorange, eine Art Ocher, vgl. Ocher.
Eisenrost und Eisenroth, II, 380.
Eisenschwärze, s. Eisenoxydul.
Eisenoxyd, II, 379.
— als Farbe, II, 380.
— blausaures, s. Eisencyanid.
— schwefelsaures, II, 380.
Eisenoxydhydrat, II, 379.
— als Mittel gegen Arsenikvergiftung, I, 475.
Eisenoxydul, II, 379. 380.
— blausaures, s. Eisencyanür.
— schwefelsaures, oder Eisenvitriol, II, 380.
Eisenoxyduloxyd, II, 379.
Eisenvitriol, II, 380.
Eisenwässer, II, 382.
Eiweiß der Eier, I, 197.
Eiweißstoff der Pflanzen, I, 63.
— 89. 273.
— der Thiere, I, 63. 89. 133.
Eiweißstoffartige Substanzen, s. stickstoffhaltige Nahrungsstoffe.
Elagsäure, veränderte Gerbsäure, vgl. dieselbe.
Elaïn, I, 179. 204; II, 133. 182.
Elaïnsäure, I, 183. 184.
Elaïnsaures Glycerin, s. Oel.
Elaopten, I, 388.
Elektrizität, vgl. Galvanismus.
— atmosphärische, I, 415. 416.
— thierische, I, 142—144.
Elektrochemische Theorie, II, 392.
Elemente, I, 11. 328—332; II, 291—293.
— alte, I, 11.
Elementenmeßkunst oder Stöchiometrie, II, 7.
Elfenbein, II, 56.
Elfenholz, II, 108.
Email, vgl. Bleiglasur.
Emetin, die Pflanzenbase aus der Brechwurzel, vgl. Pflanzenbasen.
Emulsion, I, 178.
Endosmose, I, 221.
Engelroth, II, 380.
Englischroth, II, 380.
Englisch Salz, s. schwefelsaure Bittererde.
Enthaarungsmittel, II, 199. 200.
Epidermis, s. Oberhaut.
Erbsen, I, 249.
— nährende Bestandtheile derselb., I, 249.

Erbsen, ihr Käsestoff und dessen chinesische Verwendung, I, 88. 89.
Erde, blaue oder blaue Eisenerde, s. Berlinerblau.
— braune, s. Umbra.
— Cassseler, s. Umbra.
— Cölnische, s. Umbra.
— gelbe, s. Ocher.
— grüne, meist kieselsaures Eisenoxydul und Thonerde, vergl. grünes Glas.
— Lemnische, s. Ocher.
— Striegauer, s. Ocher.
— Veroneser, s. Eisengrün.
— weiße, meist kieselsaure Thonerde, vgl. Porzellanerde.
Erden, alkalische oder Erdalkalien, II, 256.
— eigentliche, II, 256.
Erdalkalienmetalle, II, 256. 393.
Erkennungsmittel od. Reagenzien, I, 44. 467; II, 22. 23.
Erdelektrizität, I, 416.
Erdesser, I, 457.
Erdkörper, seine mit der Tiefe zunehmende Wärme, II, 181.
— seine Rinde, II, 310. 311.
— Unwahrscheinlichkeit seines Unterganges, II, 182.
— wahrscheinliche Bestandtheile seines Innern, II, 310.
Erdumwälzungen, I, 80.
Erdmetalle, vgl. eigentliche Erden und II, 393.
Erlangerblau, s. Berlinerblau.
Eselmilch, I, 209. 210.
Eschel, II, 374.
Essig, I, 367—374.
— aromatischer od. medizinischer, I, 373.
— der „vier Räuber", I, 373.
— langsame Fabrikation desselben, I, 367—370.
— schnelle Fabrikation desselben, I, 370. 371.
Essigaale, I, 328.
Essigäther oder Essignaphtha, I, 322. 323.
Essiggurken, Prüfung auf Kupfer, I, 285. 286.
Essigmutter, I, 319.
Essigsäure, I, 375.
— durch trockne Destillation oder Holzessig, I, 374.
— Entstehung, I, 318—321.
— Gehalt zu bestimmen im Essig, I, 372. 373.
Eupion, eines der Theerprodukte, vgl. dieselben, I, 73. 74.
Excremente, ihre Bedeutung für die Agrikultur, vgl. Düngung und Kloaken.
Expansionskraft, Ausdehnungskraft der Dämpfe, I, 422.
Explodirende Stoffe, II, 167—182.
Extrakte, wässerige, I, 106. 107.
— weingeistige, I, 106. 107.
Extraktivstoffe, I, 107.

F.

Fäulniß, I, 71. 94. 328. 332. 393. 394.
— Verhinderung derselben durch Abschließung der atmosphärischen Luft, I, 280—283.
— trockne, des Holzes, I, 288.
Fäulnißwidrige Mittel, I, 58. 330.
Färbekunst, eigentliche, II, 39—49.
Färben des Holzes, s. Beizen.
Färberröthe, II, 43.
Färberscharte, II, 44,
Farbe der Menschenracen, Ursache derselben, I, 156. 157.
Farbe des Haars, Ursache derselben, 223.
Farbebrühe od. Farbeflotte, II, 40.
Farben, Beständigkeit und Unbeständigkeit derselben, II, 19.
— Wohlgefallen an denselben, II, 16—18.
Farbenbildung, chemischer Prozeß derselben, II, 38. 39.
Farbendruck, II, 49. 84.
Farbenharmonie, II, 84. 85.
Farbenkunststück, I, 39.
Farbenmischungen der Maler, II, 31—34.

Farbenpräparate, II, 49. 50.
Farbstoffe, adjective, s. Beizfarben.
substantive, im Wasser unlösliche, vgl. Indigo und mineralische Farbstoffe.
— extraktivstoffartige, II, 20.
— harzartige, II, 20.
— mineralische oder unorganische, II, 33.
— organische, s. extraktivstoffartige und harzige.
Farinzucker, I, 241.
Fasergyps, II, 261.
Faserstoff der Pflanzen, I, 63. 89. 273.
— der Thiere, I, 63. 89. 133. 161.
— schnelles Gerinnen desselben, I, 90.
Fayencegeschirre, II, 249.
Federharz, s. Kautschuk.
Feine Mark, II, 323, 398.
Feldfrüchte, I, 246—256.
Feldspath, vorzugsweise Kieselsäure, II, 299.
Fenchelöl, I, 109.
Fensterkitt, II, 212.
Ferment, s. Hefe.
Fermenteola, künstliche ätherische Gährungserzeugnisse, vgl. Fuselöle und Gährung.
Fernambukholz, II, 43.
Fernambuktinktur, II, 23.
Fette, I, 175—185.
— Bestandtheile derselben, I, 182 bis 185.
— Eigenschaften, I, 177. 178; II, 129. 130.
— thierische, I, 179—181.
— vegetabilische, I, 179; II, 130 — bis 132.
zu reinigen, II, 131. 132.
Fette Speisen, I, 170. 171.
Fettgewebe der Haut, I, 156.
Fettsäuren, I, 183. 184.
Fettwachs. I, 175. 176; II, 190.
Feuer, das Wesen desselben, II, 103—108.
— Schutzmittel dagegen, II, 118. 119.
Feuererzeugung, II, 114. 116. 117.
Feuerkugeln, I, 452. 453.
Feuerlöschkunst, II, 115—119.
Feuerstein, II, 257. 269.
Feuerträger, s. Pyrophore.
Feuerung, s. Brennmaterialien.
Feuerzeug, pneumatisches, II, 104.
Feuerzeuge, gewöhnliche, II, 161 bis 167.
Fibrin, s. Faserstoff.
Fichtenbier, I, 353.
Firnisse, II, 57.
Firnißöle, II, 130. 132.
Fischeier, s. Fischrogen.
Fischkost, I, 173—175.
Fischmilch, I, 200.
Fischöl, I, 179.
Fischrogen, I, 200.
Fischthran, s. Fischöl.
Flachs, I, 230; II, 215. 216.
— neuseeländischer, II, 216.
Flamme, II, 121.
Flechtenblau, Lackmus, I, 40; II, 22.
Fleckfugeln, II, 194.
Fleckmittel, II, 193—195.
Fleisch, I, 64. 163—175.
— Braten und Schmoren desselben, I, 168. 169.
— nährende Bestandtheile, I, 164.
— Kochen desselben, I, 167.
— Pökeln, Conserviren desselben, I, 165. 166.
— schnelle Räucherung desselben, I, 74. 166.
Fleischbrühe, I, 164. 167.
Fleischextrakt, I, 168.
Fleischgenuß, Wirkung desselben, I, 64. 65. 169—173.
Floretseide, II, 229.
Fluor, I, 43; II, 392.
Fluorcalcium, s. Flußspath.
Fluorkiesel, II, 87. 232.
Fluorwasserstoff, s. Flußspathsäure.
Flußmittel, II, 299.
Flußspath, II, 87. 262. 299.
Flußspathsäure, Flußsäure, II, 87.
— Aetzen des Glases durch dieselbe, II, 88.
— strenge Giftigkeit derselben, II, 88.
Formyl, I, 381.

Franzbranntwein, I, 112. 357.
Freiwerden chemischer Bestandtheile, I, 45.
Frescomalerei, II, 265. 266.
Fliessischgrün, Kupferoxyd u. Chlorkupfer, vgl. dieselben.
Friktionsfeuerzeug, II, 165.
Frischarbeit, II, 378.
Fritte und Fritten, II, 235.
Fruchtzucker, I, 242.
Früchte, eingemachte, I, 283—285.
Fuchs'sches Glas, Wasserglas, II, 240.
Fungin, I, 459.
Fuselöle im Kartoffelbranntwein, I, 111.
— im Kornbranntwein, I, 111.
— in den Weinen, I, 112.
Fustikholz, s. Gelbholz.

G.

Gaarkupfer, II, 344.
Gährung im Brod, I, 269. 270.
— des Zuckers, I, 244. 306.
— weingeistige, s. Alkohol.
— saure, s. Essigsäure.
— schleimige oder faule, I, 307. 327. 328.
Gährungsöle, s. Fermenteola.
Gährungsprozesse, I, 306—319. 326—335.
Gänsefuß, stinkender, I, 393.
Galipot, ein gelblich weißes Fichtenharz, vgl. Harz.
Galläpfel, I, 264.
— zum Färben, II, 45.
— zum Gerben, II, 198.
— zur Tintenbereitung, I, 40; II, 53.
Galläpfeltinktur, I, 40.
— als Reagenz für Eisen, I, 468,
Galle, I, 119, 140.
— als Fleckmittel, II, 190.
Gallenblase, I, 115.
Gallenfett, I, 119.
Gallerte, I, 158. 159.
Gallussäure, I, 264.
Galmei, I, 353. 370.
Galvanismus, I, 144. 145; II, 91 bis 94.
Galvanoplastik, II, 90—102.
Gangart, II, 298.
Ganglien, I, 141.
Gartenkresse, I, 257.
Gartensalat, I, 257.
Gas zum Leuchten, II, 136—141.
— explodirendes, I, 55.
— tragbares, II, 139.
Gasapparate, tragbare, II, 138.
Gasbereitung im Großen, II, 137.
Gaslampe, II, 140.
Gasölspiritus, II, 140.
Gase, beständige oder permanente, I, 422.
Gasometer, II, 137.
Gattiren, II, 377.
Gegengifte, Gegenmittel bei Vergiftungen, I, 91. 475. 476.
Gegohrene Getränke, s. Bier und Wein.
Gehirn, I, 185—189.
— das große, I, 142.
— das kleine, I, 142.
— dessen Phosphorausscheidung bei einer geistigen Thätigkeit, II, 154.
— Zusammensetzung, I, 187—189.
Gehirnfette, I, 188. 189.
Gehirnnerven, I, 142.
Gehirnsand, I, 189.
Geigenharz, s. Colophonium.
Gelberde, s. Erde.
Gelbholz, gelbes Brasilienholz, II, 44.
Gelbwurzel, Curcuma, II, 44.
Gellert's Grün, Kobaltgrün, II, 375.
Gemüse, I, 252—260.
— comprimirte oder entwässerte, I, 275—280.
— Einmachen desselben, I, 284. 285.
Gerben, II, 197—203.
— mit Alaun, II, 203.
— mit Gerbstoff, II, 198. 199—202.
Gerbsäure oder Gerbstoff, I, 263. 264.

Gerste, I, 251.
— gekeimte, I, 83.
Gerstenbrod, I, 271.
Gerstenmehl, präparirtes, I, 251.
Geruchssinn, I, 113. 376; II, 344.
Geruchsstoffe, I, 108—113. 376—396.
— im Fleisch, I, 164.
— seine Vertheilung derselben, I, 113. 377.
— Wirkung derselben, I, 377. 378.
Geschirre, Gefäße u. s. w., bleierne, I, 485.
— emaillirte, I, 484. 485.
— eiserne, I, 485.
— irdene, I, 482.
— kupferne, I, 484.
— metallene, I, 483—486.
— silberne, I, 483.
— verzinnte, I, 484.
— zinkene, I, 485.
— zinnerne, I, 485.
Geschmackssinn, I, 113. 396; II, 344.
Geschmacksstoffe, I, 95—107. 396.
— im Fleisch, I, 164.
Gesetze, chemische, I, 45. 46. 314. 331; II, 5—15.
Getreidearten, I, 249—252.
— chemische Untersuchung derselben, I, 272. 275.
Gewicht, absolutes, II, 401.
— spezifisches, I, 14. 355; II, 400. 401.
Gichtknoten, I, 170.
Gifte, vgl. Blutgift, Vergiftungen u. s. w.
Giftmehl, s. Arsenik.
Gill'scher Universalkitt, II, 211.
Ginster, II, 44.
Glätte, s. Bleioxyd.
Glanz der Metalle, II, 293.
Glanzkobalt, II, 374.
Glanzzinn, I, 485.
Glas, II, 234—242.
— Fuchs'sches, II, 240.
— grünes, II, 239.
Glasätzen, II, 88. 89.
Glasarten, Darstellung im Kleinen, II, 241.
Glasbläserei, II, 235. 236.
Glasfärben, II, 58.
Glasgalle, II, 235.
Glasgewebe, II, 239.
Glasmacherseife, II, 383.
Glaspapier, II, 83.
Glassatz, II, 235.
Glasschneiden und Glassprengen, II, 238.
Glastropfen, II, 237.
Glasur, I, 482; II, 360. 368.
Glaubersalz, II, 279.
Glockenmetall, II, 351.
Gliadin, eine Pflanzenleimart, vgl. Pflanzenleim.
Glyceriloxyd. s. Glycerin.
Glycerin, Scheel'sches Süß, I, 183; II, 184.
Glyphographie, II, 101.
Gold, II, 319—327.
— californisches, II, 320. 321.
— Cooper'sches, II, 354.
— Mannheimer, II, 352.
Goldblättchen, s. Blattgold.
Goldbronce, II, 355.
Goldchlorid, II, 324. 325.
Goldfirniß, II, 57.
Goldglätte, s. Bleioxyd.
Goldlösung, II, 324.
Goldocher, s. Ocher.
Goldoxyd, II, 325.
— salzsaures, s. Goldchlorid.
Goldpulver, II, 59.
Goldpurpur, II, 325. 368.
Goldsäure, s. Goldoxyd.
Goldschlägerhäutchen, II, 205.
Goldschwefel, II, 386.
Goldwäscherei, I, 15; II, 321.
Goldwasser, s. Königswasser.
Gräne, II, 322.
Granit, II, 231.
Granat, II, 58.
Granuliren, II, 372.
Graphit, II, 97. 377.
Graubraunsteinerz, II, 382.
Graviren, II, 80.
Graviren des Silbers, II, 334.
Graupen, I, 251.
Gries, I, 250.
Grimmdarm, I, 115.
Grobdrähtiges Holz, II, 55.
Grubengas, Sumpfgas, I, 76. 78.

Grünspan, II, 350.
Grütze, I, 250.
Grundeis, I, 17.
Gummi, künstliche Bereitung, I, 87.
— arabisches, I, 238.
— elasticum, s. Kautschuk.
— natürliches, I, 238. 239.
— vulkanisirtes, II, 160.
Gummigutt, I, 50.
Gurken, I, 257.
— saure, I, 285.
Gußeisen, graues, II, 387.
— weißes, II, 378.
Gute Wärmeleiter, II, 293.
Guttapercha, II, 389.
Gyps, II, 261. 262.
— todtgebrannter, II, 264.
Gypsbrennerei, II, 264. 265.
Gypsdüngung, II, 262.
Gypsweiß, s. Gyps.
Gypsspath, II, 261.

H.

Haar, II, 222—224.
— Farbe, II, 223.
Haarfärben, II, 223. 224.
Haarröhrchenanziehung, s. Capillarität.
Hämatin, s. Blutroth.
Hämatoxylon, der veränderliche Farbstoff im Campecheholz, vgl. dasselbe.
Hafer, I, 251. 271.
Hagel, I, 430.
Hahnemann'sche Weinprobe, I, 472.
Halogene, s. Salzbilder.
Haloidsalze, Salze, durch Salzbilder erzeugt, vgl. Salzbilder.
Halbgold, s. Semilor.
Halbharze, I, 390.
Hammerschlag, II, 47.
Hanffasern, II, 216.
Hanföl, I, 179; II, 130.
Harn, I, 151.
Harnsäure, I, 151.
Harnstoff, I, 151; II, 177.
Harnzucker, I, 242.
Harze, I, 389. 390.
Harzseife, II, 192.
Hausenblase, I, 159.
Haut, I, 156.
— weiche, I, 187.
Haut gout, I, 172.
Heckel's Grün, s. Grünspan.
Hefe oder Bärme, I, 268. 310.
Hefenbildung und Hefenwirkung, I, 313—318.
Hefenpflänzchen, I, 311.
Hefenstück, I, 269.
Hefenthierchen, I, 310. 311.
Heringsthran, I, 132.
Herz, I, 130. 185.
Hessische Tiegel, II, 249.
Hippursäure, II, 384.
Hircin, I, 180.
Hirnhaut, I, 187.
Hirschgeweihe, I, 159.
Hirschhornsalz, I, 442.
Hirschtalg, I, 179.
Hirse, I, 252.
Höllenöl, s. Chlorstickstoff.
Höllenstein, s. salpetersaures Silberoxyd.
Höpfner's Blau, s. Smalte.
Hörmann's Grün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Hohlvene, I, 129.
Hohöfen, s. Schachtöfen.
Holländer, II, 217.
Holz, junges, II, 55.
— grobdrähtiges, II, 55.
— Beizen desselben, II, 54—56.
Holzessig, I, 74. 374.
Holzfäule, s. Fäulniß.
Holzfaser, I, 226—231.
Holzgeist, I, 326.
Holzkohle, II, 111.
Holztheer, s. Theer.
Homöopatische Mittel, I, 377.
Honig, I, 242. 302.
Hopfenextrakt, I, 350.
Hopfenöl, I, 111. 304.
Horn, I, 159.
Hornblei, s. Chlorblei.
Hornsilber, s. Chlorsilber.
Hülsenfrüchte, I, 248. 249.

Hühner, Vermehrungsfähigkeit, I, 191.
Huminsäure, I, 335.
Humus, I, 76. 334.
Hunger, I, 121.
Hyalogene, Glaserzeuger, vergl. Kiesel und Bor.
Hydrargyrum, s. Quecksilber.
Hydrate, I, 37.
Hydraulischer Mörtel, II, 247.
Hydrogen, s. Wasserstoff.
Hydro-Oxygen-Gasmikroskop, II, 141. 142.
Hydrothionsäure, s. Schwefelwasserstoff.
Hyoscyamin, die Pflanzenbase des Bilsenkrauts, vgl. Pflanzenbasen.

J.

Jargonelleneſſenz, I, 384.
Jasnüggergrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Javell'sche Lauge, II, 195.
Indigo, II, 25. 36. 42. 44.
Indigoschwefelsäure, II, 42.
Indischroth, meist Eisenoxyd, vgl. dasselbe.
Infusorien, s. Aufgußthierchen.
Inulin, I, 237.
Jod, I, 41. 233. 403; II, 67.
— im Thran, s. Thran.
Jodinroth, s. Jodquecksilber.
Jodquecksilber, II, 48. 68.
Jodstärke, I, 233.
Jodtinktur, I, 233.
Irdene Gefäße, I, 481.
Iridium, II, 318.
Irrlichter oder Irrwische, I, 454.
Isomerische Körper, I, 84.
Isomorph, gleichgestaltet, vgl. die Alaunarten.
Juchtenleder, II, 201.
Judenpech, s. Asphalt.
Jungfernwachs, weißes Wachs, I, 181.

K.

Kältemischungen, I, 20. 411.
Kälbermagen, s. Lab.
Kampecheholz, s. Blauholz.
Käsearten, verschiedene, I, 205. 206.
Käsegifte, I, 206.
Käsestoff, Legumin, in den Hülsenfrüchten, I, 88—90. 92.
— in der Milch, I, 205. 206.
Käseverfälschung, II, 206. 465.
Kaffee, I, 96. 104.
Kaffeeöl, I, 105.
Kaffeesäure, I, 105.
Kaffeesurrogate, I, 460.
Kahmigwerden des Weines, I, 344.
Kaiserblau, s. Smalte.
Kaisergrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Kalkodyl, I, 382.
Kali, II, 280—283.
— arsenigsaures, II, 390.
— blausaures, s. Cyankalium.
— chlorsaures, I, 43; II, 285.
— chromsaures, II, 387.
— fettsaures, s. Schmierseife.
— kieselsaures, s. Glas.
— kohlensaures, II, 281. 286.
— oxalsaures, s. Sauerkleesalz.
— salpetersaures, s. Salpeter.
— salzsaures, s. Chlorkalium.
— saures oder doppelt weinsteinsaures, Cremortartari, II, 281.
Kaliblau, s. Berlinerblau.
Kalisalze vor dem Löthrohr, II, 38.
Kalium, I, 33. 301. 393.
Kaliumeisencyanür, s. Blutlaugensalz.
Kaliumoxyd, s. Kali.
Kalk, II, 263. 264.
— gebrannter, s. Kalk.
— gelöschter, s. Kalkhydrat.
— todtgebrannter, II, 264.
— chlorigsaurer, s. Chlorkalk.
— kieselsaurer, s. Mörtel.
— kohlensaurer, II, 257. 261.
— oxalsaurer, II, 267.

Kalk, phosphorsaurer, II, 262.
— salpetersaurer, vgl. Salpetersiederei.
— salzsaurer, s. Chlorcalcium.
— schwefelsaurer, s. Gyps.
Kalkhydrat, II, 263.
Kalkspath, I, 23; II, 257.
Kalkstein, II, 259.
Kalktuff, II, 259.
Kalkwasser, I, 28.
Kamillenöl, I, 110.
Kampher, I, 388.
— künstlicher, I, 388.
Kandis, I, 242.
Karamel, I, 245.
Karatirung, II, 322.
Karfunkel, II, 58.
Karlsbader Wasser, I, 404.
Karmin, II, 26. 43.
— blauer, II, 42.
Kartoffeln, I, 66. 252—255.
— Krankheit derselben, I, 254. 255.
Kartoffelbier, I, 353.
Kartoffelbranntwein, I, 359. 360.
Kartoffelfuselöl, I, 111. 383.
Kartoffelstärke, I, 235. 236.
Kassavabrod, I, 220.
Kasselergelb, II, 361.
Kautschuk, I, 389; II, 211.
— vulkanisirter, II, 160.
Kelp, II, 271.
Kermes, mineralischer, II, 386.
Kernholz, I, 229; II, 55.
Kerzenlicht, II, 127.
Kesselstein, I, 405.
Kien- oder Kiehnholz, II, 108. 109.
Kiese, II, 303.
Kiesel, Silicium, II, 231.
Kieselsäure, II, 231—234.
Kinderspielwaaren, gefärbte, I, 486; II, 211.
Kirschbergergrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vergl. Kupfersalze.
Kirschgummi, I, 238.
Kitte, II, 211—214.
Kitzel, I, 377.
Klebemittel, II, 208—214.
Kleber, I, 250. 273.
Kleesäure, Sauerkleesäure, Oxalsäure, I, 264. 442.
Kleister, I, 237; II, 211.
Kloaken, I, 382. 456.
Knallchlor, Höllenöl, II, 178.
Knallerbsen, II, 177.
Knallfidibus, II, 177.
Knallgas oder Knallluft, I, 55.
Knallgasgebläse, II, 141. 179.
Knallgold, II, 177.
Knallpulver, II, 175.
Knallqueckfilber, II, 176—178.
Knallsäure, II, 176. 177.
Knallsilber, II, 176. 177.
Knoblauch, I, 110. 256.
Knochen, I, 59; II, 208. 210.
— vorweltlicher Thiere, II, 210.
Knochenerde, II, 208.
Knochenknorpel, II, 208. 210.
Knochenweiß, weißgebrannte Knochen, vgl. Knochenerde.
Knorpel, I, 159; II, 208.
Knorpelleim oder Knochenleim, II, 209.
Kobalt, II, 374—376.
Kobaltblau, Smalte, 374.
Kobaltcarmin, s. Kobaltblau.
Kobalterze, II, 374.
Kobaltglas, s. Kobaltblau.
Kobaltgrün, II, 375.
Kobaltoxyd, II, 375.
— salzsaures od. Chlorkobalt, II, 39.
Kobaltultramarin, s. Kobaltblau.
Kochen des Fleisches, I, 167. 168.
— des Wassers, I, 13. 413. 414.
Kochkunst, I, 67—69. 160. 265. 266.
Kochsalz, I, 101. 102; II, 273—278.
Kochzucker, I, 241.
Kölnische Erde, s. Erde.
Kölnisches Wasser, I, 397.
Königsblau, s. Kobaltblau.
Königsgelb, meist Bleioxyd, vgl. dasselbe.
Königswasser, II, 312.
Körper, einfache, s. Elemente.
— zusammengesetzte, vergl. die Nichtelemente.
Kohlarten, ihre Nährkraft, I, 259.
Kohle, deren Einfluß auf die Kultur, II, 220.

Kohlenstoff, I, 57—60. 436.
Kohlendunst, I, 441.
Kohlenoxydgas, I, 59. 441.
Kohlensäure, I, 60. 432—440.
— im festen Zustande, I, 436. 437.
— in der Luft, I, 440.
— in der Mischung mit Wasser, I, 435. 436.
— Schädlichkeit derselben, I, 438. 439.
Kohlenstickstoff, s. Cyan.
Kohlenwasserstoffverbindungen, I, 60.
Kolben, II, 248.
Kopal, II, 57.
Kopalfirniß oder Kopallack, II, 57.
Kopirtinte, II, 54.
Korallen, II, 257.
Kork, I, 229.
Kornfuselöl, I, 111.
Korund, II, 242.
Kost, eine gesunde, I, 171.
— der Armen, I, 266.
Kräfte I, 11.
Krapp, II, 43.
— zur Röthung d. Knochen, I, 210.
Kreatin, I, 164. 249.
Krebsroth, II, 26.
Krebsspeise, I, 175.
Kreide, II, 257. 260.
Kremnitzerweiß, s. Bleiweiß.
Kreosot, conservirende Kraft desselben, I, 74. 166. 330.
— für Lungenkranke, I, 394.
Krümelzucker I, 242.
Krystalle I, 22.
— Grund- oder Kerngestalt derselben, I, 23.
Krystallisation od. Krystallbildung, I, 23. 24.
Krystallisationswasser od. Krystallwasser, I, 37.
Kühlfaß, I, 364.
Kühlofen, II, 236.
Kühlschiff, I, 352.
Kümmelöl, I, 109.
Küpe, II, 41.
Kürbisse, I, 258.
Kürschnerarbeit, II, 206—208.
Kulturpflanzen, I, 122.
Kuhbaum, I, 220.
Kumiß, I, 358.
Kupfer, II, 343—356.
— Ermittelung desselben in Speisen u. s. w., I, 463; II, 350. 351.
— Verzinnen desselben, II, 351. 352.
Kupferbronce, II, 355.
Kupferchlorid, II, 346.
Kupfereisencyanür, II, 351.
Kupferglanz, II, 343.
Kupferglimmer, II, 444.
Kupfergrün, s. Grünspan.
Kupferhammerschlag, II, 345.
Kupferkies, II, 343.
Kupferlasur, II, 343. 349.
Kupferlegirungen, II, 351.
Kupferne Geschirre, I, 484.
Kupferoxyd, II, 345. 346.
— arsenigsaures, II, 390.
— arsenigessigsaures, I, 35.
— basischessigsaures, II, 350.
— basischkohlensaures, II, 349.
— neutrales essigsaures, II, 350.
— salpetersaures, II, 349.
— salzsaures, s. Kupferchlorid.
— schwefelsaures, s. Kupfervitriol.
Kupferoxydammoniak, schwefelsaures, II, 347.
Kupferoxydhydrat, II, 347.
Kupferoxydul, II, 345.
Kupfersalze, II, 346. 348. 349.
Kupferschwärze, II, 346.
Kupfervitriol, II, 344. 346. 355.
Kurrer's Grün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupferoxyd.

L.

Lab, I, 205.
Lacke, farbige, II, 49. 50.
Lackfirniß, II, 57.
Lackiren, II, 57.
Lackmus, I, 40; II, 22.
Lackmuspapier, II, 23.
Lackmustinktur, I, 40; II, 23.
Lactometer, Milchwage, I, 208.
Lactucarium, I, 257.
Laienmedizin, I, 347.
Lampen, Argand's, II, 123.

Lampen, Berzelius'sche, II, 123.
Lampenlicht, II, 127.
Lampenruß zur Tusche, II, 50.
Langwerden des Weines, I, 344.
Lanthan, II, 393.
Lapis Haematites, s. Blutstein.
Lapis Lazuli, II, 34.
Lasurfarben, II, 51. 52.
Latente Wärme, I, 21.
Lattich, I, 257.
Laugensalz, mineralisch., s. Natron.
— vegetabilisches, s. Kali.
Lebensluft, s. Sauerstoff.
Lebenskraft, I, 69. 70.
Leber, I, 155.
Leberspeisen, I, 153. 154.
Leberthran, I, 179; II, 132.
Leder, II, 201—204.
— lackirtes, II, 203. 204.
— dessen Schutz vor Schimmel, II, 204.
Lederarten, II, 201—203.
Lederhaut, I, 156; II, 197.
Leere, Torricellische, I, 421.
Legirungen, II, 297.
Legumin, s. vegetabilischer Käsestoff.
Lehm, II, 242.
Leibschlagader, I, 130.
Leichenfett, s. Fettwachs.
Leichtflüssige Metalllegirungen, II, 358.
Leim, II, 208—211.
Leimsubstanz, leimgebendes Gewebe, I, 157.
Leimzucker, I, 239.
Lein, I, 231; II, 215. 216.
Leinöl, I, 179; II, 57. 130.
Leiokom, II, 211.
Leiter der Elektrizität, II, 294.
— der Wärme, II, 294.
— schlechte, der Wärme, I, 411.
Leuchtgas, s. Beleuchtung u. Gas.
Leuchtkugeln, II, 413.
Leuchtmaterialien, II, 127—141.
Licht, Drummond'sches, II, 141.
— elektrisches, II, 142—144.
— Wirkung auf organische Körper, II, 213. 214.
Linsen und ihre Nährkraft, I, 249.
Linsenerz, II, 344.
Liqueure, I, 295. 300. 348.
Liquor, Hoffmann'sches, Hoffmannstropfen, I, 385.
Lithion, II, 270.
Lithium, II, 393.
Lithographie, II, 75—80.
Lithographische Farbenabdrücke, II, 84.
— Steine, II, 79.
— Tinten, II, 78. 82.
Lohe, II, 200.
Lohgerberei, s. Gerben.
Löthen, II, 352. 365.
Löthigkeit, II, 275.
Löthrohr, I, 124—126.
— Neumann'sches, s. Knallgasgebläse.
Löthrohrflamme, zum Erkennen von Kali-, Kalk-, Natron- u. Strontiansalze, I, 38.
Luft, s. Atmosphäre.
Luftdruck, I, 12. 420. 421.
Luftfeuerzeug, II, 104.
Luftmalz, s. Malz.
Luftmörtel, s. Mörtel.
Luftpumpe, I, 278.
Luftröhre, I, 129.
Luftröhrenzweige, I, 129.
Luftzellen, I, 129.
Lumpenpapier, II, 217.
Lumpenschneide, II, 217.
Lumpenzucker, I, 85. 241.
Lunge, I, 128. 129. 151.
Lungenarterien, I, 130.
Lungenspeise, I, 153. 154.
Lungenvenen, I, 130.
Lupine, I, 249.
Lupulin, I, 111.
Lustfeuerwerk, chinesisches, II, 404 bis 407.
— europäisches, II, 407—416.
Lustgas, I, 57. 450.
Luteolin, der Farbstoff des Wau's, vgl. dasselbe.
Lutter, I, 362.
Lycopodium, II, 409.
Lympfgefäße, I, 116.
Lythargirum, s. Bleioxyd.

M.

Madeirawein, I, 347.
Mahagoni, künstlicher, II, 56.
Magen, I, 114.
Magenmund, I, 114.
Magensaft, I, 117—119.
Magensäuren, I, 118.
Magnesia, s. Bittererde.
Magnesium, II, 393.
Magneteisenstein, Eisenmagnetstein, II, 377.
Magnetkies, eine Verbindung von Eisen und Schwefel, vgl. Schwefeleisen.
Mais, I, 252.
Maische, I, 349. 359.
Malachit, II, 343.
Malachitgrün, Berggrün, II, 349.
Malerfarben, II, 32—34. 49—52.
Malergold, s. Musivgold.
Malz, I, 82. 83. 349—351.
Mammuth, I, 81.
Mandelmilch, I, 178.
Mandelöl, ätherisches, s. Bittermandelöl.
— fettes, I, 182.
Mandelseife, II, 189.
Mangan, II, 382—384.
Manganbister oder Manganbraun, II, 383.
Manganchlorür, II, 383.
Manganglanz, II, 384.
Manganhyperoxyd, II, 383.
Manganoxyd, II, 382.
Manganoxydul, II, 383.
— salzsaures, s. Manganchlorür.
— schwefelsaures, II, 383.
Mangansäuren, II, 384.
Maniokwurzel, I, 220.
Manna in der Wüste, I, 245.
Mannagrütze, I, 252.
Mannazucker, I, 245.
Mannit, s. Mannazucker.
Margarin, I, 182.
Margarinsäure, I, 182.
Marienglas, II, 261.
Mark der Pflanzen, I, 229.
Mark der Knochen, I, 179. 180.
Mark, feine, II, 322. 323.
— rauhe, II, 398.
Marmor, II, 258. 259.
— farbiger, II, 258.
— künstlicher, II, 259.
Maroquin, II, 202.
Marsgelb, s. Eisenorange.
Marsch'sche Arsenikprobe, vgl. Arsenikprüfung.
Massikot, s. Bleioxyd.
Mastdarm, I, 115.
Materie, unwägbare, I, 11.
Meconium, Kindspech, vgl. Ausscheidungen.
Meerrettig, I, 256.
Meerwasser, I, 400. 401.
— Bestandtheile desselben, I, 403.
Medikamente, I, 104. 377. 378.
Mehlarten, s. Getreide u. Brod.
Mehlpulver, II, 172.
Melasse, I, 241.
Melis, I, 241.
Melonen, I, 258.
Mennige, I, 363.
Mensch, Bestandtheile seines Körpers, I, 62. 63.
Mercaptan, I, 381.
Mercur, lebendiger, s. Quecksilber.
Mergel, II, 260.
Mergelkalk, II, 259.
Merino's, II, 224.
Mephitische Dünste, I, 456.
Messing, II, 353.
— Moirée auf Messing, II, 353.
— Weißwaschen desselben, II, 353.
Metallatlas, Moirée, II, 381.
Metalle, II, 288—404.
— allgemeine Eigenschaften derselben, II, 293—308.
— das Ausziehen derselben zu Drähten, II, 394. 395.
— edle, II, 308—341.
— leichte, II, 391. 393.
— unedle, II, 341—391.
— Verbindungen derselben mit Kohlenstoff, II, 307. 308.
— Verbindungen derselben mit Phosphor, II, 308.
— Verbindungen derselben mit Salzbildern, II, 305—307.

Metalle, Verbindungen derselb. mit Sauerstoff, II, 300—302.
— Verbindungen derselben mit Schwefel, II, 303—305.
Metallgefäße, I, 483—486.
Metallgießerei u. Bildgießerkunst, II, 402—404.
Metallkalke, II, 300.
Metalloxyde als Farben, II, 34.
Metallsalze, Wirkung derselben, I, 91. 330.
Metallscheider, II, 398.
Meteore, I, 452—454.
Meteorsteine, I, 453; II, 376.
Meth, I, 302.
Methyl, I, 381.
Miasmen, I, 454. 455.
Milch, Verfälschung und Prüfung derselben, I, 464. 465.
— blaue, I, 210.
— Nährkraft derselben, I, 201—203.
Milcharten, I, 209. 210.
Milchbranntwein, I, 360.
Milchextract, I, 212.
Milchfett, s. Butter.
Milchglas, II, 239.
Milchmesser, Milchwage, Lactometer, vgl. Senkwagen u. I, 208.
Milchquarz, II, 231.
Milchsäure, I, 205. 207. 284.
Milchwasser, s. Molke.
Milchzucker, I, 203. 206. 207. 242.
Milz, I, 114. 156.
Mineralblau, s. Berlinerblau.
Mineralfarben, II, 30—36. 51. 52.
Mineralgelb, II, 361.
Mineralgrün, s. kohlens. Kupferoxyd.
Mineralkermes, s. Kermes.
Mineralschwarz, s. Graphit.
Mineralturpet, schwefels. Queckfilberoxyd.
Mineralbrunnen oder Mineralquellen, I, 403. 404.
Mineralisches Chamäleon, II, 384.
Mineralischer Purpur, s. Eisenoxyd.
Minium, s. Mennige.
Mischungsgewicht oder Mischungszahlen, s. Atomgewicht.
Mitisgrün, I, 35.
Modelle, II, 402.
Möhren, I, 247.
Mörtel, II, 247.
— hydraulischer, II, 247.
Moirée oder Metallatlas, II, 381. 382.
Mohnöl, I, 179; II, 57. 130.
Molke, I, 206. 360.
Molybden, II, 391.
Mondhöfe, I, 454.
Mondmilch, II, 260.
Moosstärkemehl, I, 237.
Morin, der Farbstoff des Gelbholzes, vgl. dasselbe.
Morphin, I, 103. 386.
Mosaisches Gold, s. Musivgold.
Moscavade, I, 241.
Moschus, I, 377. 392.
— künstlicher, I, 393.
Münze, vgl. Münzkunst.
— falsche, II, 400.
Münzfuß, II, 398.
Münzkunst, II, 397—400.
Münzpresse, II, 399.
Mumme, Braunschweiger, I, 352.
Muskatnußöl, I, 109.
Musivgold, II, 368. 369.
Muskelfleisch, s. Fleisch.
Mutterkorn, I, 464.
Myrrhe, I, 239. 390.

N.

Nachgährung, I, 342.
Nadelfabrikation, II, 395—397.
Nahrungsmittel, im Allgemeinen, I, 64—69. 170. 171.
Nahrungssaft, s. Chylus.
Nahrungsstoffe, eigentliche, oder eiweißstoffartige, s. stickstoffhaltige.
— stickstofffreie, s. Athmungsmittel.
— stickstoffhaltige, I, 63. 88. 89.
— Verhältniß derselben zu einer richtigen Ernährung, I, 120. 161.
— Wärme erzeugende, s. Athmungsmittel.

Nahrungsstoffe, zur Erhaltung der Pflanzen, I, 214—217.
— zur Erhaltung der Thiere, s. Athmungsmittel u. stickstoffhaltige Nahrungsmittel.
Naphta, I, 79.
Narcotin, I, 103. 386.
Narcotische Stoffe, I, 103. 442.
Natrium, I, 34; II, 393.
Natriumoxyd, s. Natron.
Natron, II, 270. 271. 273.
— boraxsaures, s. Borax.
— doppelt kohlensaures, II, 279.
— elaïnsaures, ölsaures, Oelseife, II, 185.
— jodsaures, II, 271.
— kieselsaures, s. Natronglas.
— kohlensaures, II, 272.
— salzsaures, s. Kochsalz.
— salpetersaures, II, 284. 409.
— schwefeligsaures, Antichlor, II, 65.
— schwefelsaures, s. Glaubersalz.
Natronglas, II, 239.
Natronsalze, II, 273, 280.
Natronsalze vor dem Löthrohr, II, 38.
Neapelgelb, II, 33. 52. 386.
Nebel, I, 431.
Nebensonnen, I, 454.
Neptunisten, I, 399.
Nesseltuch, II, 216.
Nerven der Bewegung, I, 141, 142.
— der Empfindung, I, 141. 142.
Nervengeist, I, 142.
Nervenmark, I, 189.
Nervenknoten, Ganglien, I, 141.
Nervenscheide, I, 141.
Nervensubstanz, I, 186. 189.
Nervensystem, I, 142. 143. 186.
Nerventhätigkeit, elektrische Erregung derselben, I, 144. 146—149.
— gestörte, 1, 150.
— Lebenskraft derselben, I, 149. 186.
— Wirkungen auf dieselbe, I, 149. 150. 376.
Neublau, I, 246.
Neugelb, II, 33.
Neugrün, meist arsenigs. Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Neuroth, I, 237.
Neuseeländischer Flachs, II, 216.
Neusilber, I, 484; II, 334.
Neutralisiren, sättigen, I, 372. 373.
Neuwiedergrün, I, 35.
Nichts, weißes, II, 373.
Nichtmetalle, II, 291. 392. 393.
Nickel, II, 334. 374. 376.
Nickelerze, II, 374.
Nicotin, I, 100. 103; II, 24.
Niobium, II, 391.
Nieren, I, 154.
Nitrogen, s. Stickstoff.
Nürnbergerroth, II, 33.
Nußöl, II, 57. 103.

O.

Oberhaut, thierische, I, 156; II, 198.
— Fortsetzung derselben, I, 159.
— vegetabilische, I, 229.
Obergährung, I, 310.
Oberhefe, I, 269. 310.
Obst, I, 257. 260—263.
Ocher oder Ocker, eisenhaltige Thonerde, nebst Kieselsäure und Kalk, vgl. II, 244. 246.
Ochsenklauenöl, I, 179.
Ochsenmarkfett, I, 179. 180.
Od, II, 221.
Oel, Dippel'sches, das gereinigte thierische Brennöl, vgl. I, 75.
Oelbildendes Gas, II, 136.
Oele, I, 178. 179. 182. 184.
— ätherische, I, 109—111. 330. 387—389.
— blausäurehaltige, I, 110.
— brenzliche, I, 73—75.
— empyreumatische, s. brenzliche.
— empyreumatische aus thierischen Stoffen, I, 75.
— fette, I, 178. 179; II, 129—192.
— flüchtige, s. ätherische.

Oele, Raffiniren oder Reinigen derselben, II, 130—132.
— schwefelhaltige, I, 110.
— trocknende, I, 179.
— nicht trocknende, I, 179; II, 186.
Oelgas, das durch Destillation von Fetten erzeugte Leuchtgas, vgl. dasselbe.
Oelgrün, meist kohlens. Kupferoxyd, vgl. dasselbe.
Oelmesser oder Oelwage, I, 16.
Oelsäure, s. Elaïnsäure.
Oelseife, II, 185. 186.
Oelsüß, Glycerin, I, 183; II, 184 185.
Oelzucker, s. Oelsüß.
Oenanthäther, I, 112. 297.
Ofenbruch, II, 353.
Ofendunst, Kohlendunst, I, 441.
Offenheimerroth, Karminlack oder auch Krepplack, vergl. Farbenpräparate.
Ohrenschmalz, I, 140.
Olein, s. Elaïn.
Olivenöl, I, 182; II, 132. 186.
Olibanum, I, 239.
Operment, Schwefelarsen, I, 479; II, 389. 390.
— im Tabak, I, 479.
Opium, I, 103. 386.
Opiumesser, I, 386. 387.
Opiumraucher, I, 386.
Opodeldoc, eine Auflösung von Seife in Kampherspiritus, vgl. II, 188. 189.
Orellin, der durch Kochen mit schwacher Potaschenlauge ausziehbare rothe Farbstoff des Orleans, vgl. denselben.
Originalgrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Organische Basen, vgl. I, 103. 104.
Organische Natur, die Natur der Pflanzen und Thiere, I, 47. 60. 400; II, 10.
Organische Produkte, I, 60. 76.
Orlean, II, 44.
Orleansweiß, meist Kreide, vergl. dieselbe.
Orseille, II, 43.
Osmazom, I, 164. 168. 249.
Osmium, II, 318. 319.
Osmiumsäure, II, 319.
Osterfladen, I, 267.
Oxalsäure, Kleesäure, I, 264. 442.
Oxyde, II, 300. 301.
Oxydationsflamme, II, 126.
Oxydationsstufe, II, 300.
Oxydiren, sich mit Sauerstoff verbinden, vgl. Sauerstoff.
Oxydul, II, 300.
Oxygen, s. Sauerstoff.
Ozon, I, 426—428.

P.

Packfong, II, 334. 335.
Palladium, II, 318.
Palmitinsäure, II, 134.
Palmitinsäurelichter, II, 134.
Palmöl, Palmwachs, II, 134. 187.
Palm- oder Palmwachslichter, II, 134.
Papageigrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Papier, II, 217. 218.
Papinianischer Topf, I, 61. 413.
Paraffin, II, 134. 135.
Paraffinkerzen, II, 134.
Pariserblau, s. Berlinerblau.
Pariser gelb, s. Kasselergelb.
Pariserroth, Mennige oder Eisenoxyd, vgl. dieselben.
Passauer Tiegel, II, 249.
Pastellfarben, II, 50.
Patentgelb, s. Kasselergelb.
Patentgrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Pech, I, 390; II, 212. 402.
Pechblende, II, 391.
Pectin, s. Pflanzengallerte.
Pelogium, II, 391.
Pelzwerke, II, 207. 208.
Pepsin, I, 118.
Pergament, II, 203.
Perlweiß, s. Wißmuthweiß.
Persio, s. Orseille.
Persischroth, s. Eisenoxyd.
Perubalsam, I, 389.
Pfannenstein, s. Kesselstein.

Pfefferkraut, I, 257.
Petersilienöl, I, 109.
Petroleum, s. Steinöl.
Pfeilwurzelmehl, s. Arrowroot.
Pflanzen, ihre Bedeutung für die thierischen Geschöpfe, I, 213—218.
— Nahrung derselb., I, 215. 216.
— nähere Bestandtheile derselben, I, 218—220.
Pflanzenalbumin, s. Eiweißstoff.
Pflanzenbasen, Alkaloide, I, 103—108. 220.
Pflanzencasein, s. Käsestoff.
Pflanzenfarben, II, 18—32.
Pflanzenfaser, Holzfaser, I, 226—232; II, 214—221.
Pflanzenfibrin, Faserstoff.
Pflanzengallerte Pectin, I, 238.
Pflanzenleim, I, 89. 161. 162.
Pflanzensäuren, I, 218; II, 282.
Pflanzenschleim. I, 238.
Pflaumengummi, I, 238.
Pfirsichkernschwarz, meist Kohle, vgl. Tusche.
Pförtner, I, 114. 119.
Phlogiston, II, 290.
Phosphor, II, 148. 155.
— amorpher, gestaltloser, II, 165.
— Ausscheidung desselben aus dem Gehirn beim Denken, II, 154.
— Menge desselben im menschlichen Körper, II, 153.
strenge Giftigkeit desselben, I, 314; II, 164.
Phosphoreisen, II, 379.
Phosphorescirende od. selbstleuchtende Körper, II, 145—148.
Phosphorfeuerzeuge, II, 161—165.
Phosphorkupfer, II, 308.
Phosphorige Säure, II, 150. 151.
Phosphororyd, II, 150.
Phosphorplatin, II, 316.
Phosphorsäure, II, 150. 151.
Phosphorwasserstoff, I, 395; II, 153.
Phosphorzündhölzchen, II, 163. 164.
Photogen, II, 140.
Photographie, II, 72. 73.
Photographisches Papier, II, 72.
Picamar, Theerbitter, vgl. Theer.
Pickelsgrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Pigmente, s. Farbstoffe.
Pikromel, der Bitterstoff der Galle, vgl. dieselbe.
Pilze, I, 459. 460.
Piperin, die Pflanzenbase im Pfeffer, vgl. Pflanzenbasen.
Pittakall, ein blauabfärbender Theerbestandtheil, vergl. Theersubstanzen.
Plastische Nahrungsmittel, s. stickstoffhaltige Nahrungsstoffe.
Platin, II, 310—318.
— Trabanten desselben, II, 318.
Platiniren, durch Galvanoplastik, II, 99.
— durch Platinauflösung, II, 318.
Platinchlorid, Chlorplatin, II, 313.
Platinfeuerzeug, II, 166. 167.
Platinkohle, s. Platinmohr.
Platinkupfer, II, 354.
Platinlegirungen, II, 317. 318.
Platinmohr, II, 315.
— als Essigerzeuger, I, 319—321.
Platinsalmiak, II, 313.
Platinschwamm, II, 313. 315.
— als Essigerzeuger, I, 319—321.
Platinschwarz, s. Platinmohr.
Pneumatisches Feuerzeug, Luftfeuerzeug, II, 166.
Pneumatische Wanne, I, 48.
Polirroth, Eisenoxyd, II, 380.
Polirwasser, verdünnte Schwefelsäure, vgl. Schwefelsäure.
Pollen, Samenstaub, II, 29.
Pomeranzenblüthenöl, I, 109.
Pomeranzenschalenöl, I, 109.
Poren der Haut, II, 184. 198.
— der Metalle, II, 295.
Porphyr, II, 231.
Porter, I, 352. 353.
Porzellan, II, 250—254.
— Reaumürsches, II, 240.
— unglasirtes oder Biscuit, II, 253.
Porzellanerde, II, 252.
Pot à feu, Feuertopf, II, 412.
Potasche, II, 280.
Präcipitiren, niederschlagen, einen

Niederschlag erzeugen, vergl. I, 472.
Prädisponirende Verwandtschaft, I, 452.
Preußischroth, meist Eisenoxyd, II, 380.
Prinzmetall, II, 354.
Probezinn, ein mit $\frac{1}{9}$—$\frac{1}{6}$ Blei legirtes Zinn, vgl. Zinnlegirung.
Probirgläschen, I, 48. 74. 75.
Probirnadeln, II, 322. 332.
Probirpapier, I, 41; II, 23.
Probirstein, II, 322. 332.
Proportionen, chemische, oder die Vermehrfachung der chemischen Gewichtsmengen, II, 10.
Proteinsubstanzen, s. stickstoffhaltige Nahrungsstoffe.
Prozesse, chemische, I, 29.
Prüfungsmittel, s. Erkennungsmittel.
Puddeln, s. Puddlingsarbeit, II, 378.
Pulver, s. Schießpulver.
Purpur der Purpurschnecke, II, 43.
— mineralischer, meist Eisenoxyd, II, 380.
Purpurbronce, II, 355.
Puzzollanerde, II, 247.
Pyrochemischer Weg, feuriger Weg, vgl. feurige chemische Prozesse, II, 230.
Pyrogallussäure, ein durch trockne Destillation (Sublimation) veränderter Gerbstoff, vergl. denselben.
Pyrogene, Feuererzeuger, s. Phosphor und Schwefel.
Pyrometer, Feuermesser, II, 244.
Pyrophore, Feuerträger, von selbst entzündliche Stoffe, vgl. II, 152. 153.
Pyrotechnik, Feuerwerkskunst, s. Lustfeuerwerk.

Q.

Quartscheidung, II, 322.
Quarz, II, 231.
Queckfilber, II, 335—341.
— Gefrieren desselben, II, 335.
— Verflüchtigung desselb., II, 338.
— giftige Wirkung desselben, II, 338.
— zur Spiegelbelegung, II, 340. 341.
Queckfilberchlorür, Calomel, II, 306.
Queckfilberchlorid, Aetzsublimat, II, 307.
Queckfilbergelb, entweder schwefelsaures Queckfilberoxyd od. auch Jodqueckfilber, vgl. dieselben.
Queckfilberhornerz, II, 336.
Queckfilberlebererz, II, 336.
Queckfilberorange, II, Queckfilberoxyd mit einem Gehalt von Chromsäure, vgl. dieselben.
Queckfilberoxyd, I, 47. 48; II, 337. 338.
— salzsaures, s. Queckfilberchlorid.
— salpetersaures, II, 337.
— schwefelsaures, II, 337.
Queckfilberoxydul, II, 337.
— salzsaures, s. Queckfilberchlorür.
— salpetersaures, II, 337.
Queckfilberroth, s. Zinnober.
Queckfilbersublimat, s. Queckfilberchlorid.
Quellwasser, I, 405. 407.
Quellsäure, ein stickstoffhaltiger Bestandtheil des Humus, vgl. denselben.
Quercitrone, II, 44.
Quickbrei, Amalgam, II, 339.

R.

Radikale, I, 380. 381; II, 348. 391.
— zusammengesetzte, I, 380. 381.
Radischen, I, 256.
Raffinade, I, 241.
Rahm, Sahne, I, 203.
Rahmkäse, I, 205.
Raketen, II, 415.
Rasenbleiche, I, 66.
Raseneisenstein, II, 377.

Rauchen, des Opiums, s. Opium.
— des Tabaks, I, 100.
Rauschgelb, s. gelber Arsenik.
Realgar, s. rother Arsenik.
Real'sche Presse, I, 13.
Reagenzien, s. Erkennungsmittel.
Rectificiren, reinigen u. verstärken, vgl. I, 362.
Reduction, I, 477; II, 125.
Reductionsflamme, II, 125.
Regen, I, 430.
Regenwasser, I, 408.
Reguliniſch, gediegen, vergl. Metalle.
Reif, I, 431.
Reis, I, 252.
Reißblei, s. Graphit.
Reizmittel, I, 95—113.
Respirationsmittel, s. Athmungsmittel.
Retinasphalt, ein hartes Harz in der Braunkohle, vgl. dieselbe.
Rettig, I, 256.
Rhabarberpapier, II, 23.
Rhabarbertinktur, II, 23.
Rhein, der Farbstoff des Rhabarbers, vgl. 23.
Rhodium, II, 318.
Riechen, I, 113. 376.
Riechessig, s. Essigäther.
Riechstoffe, s. Geruchsstoffe.
Riechspiritus, s. Salmiakgeist.
Rinde, I, 229.
Rindensubstanz, I, 187.
Rinnmann's Grün, II, 375.
Römische Lichter, II, 414.
— zusammengesetzte, II, 414.
Röthel, ein Gemisch von Eisenoxyd u. Thonerde, vgl. II, 377.
Rogen der Fische, Fischeier, I, 200.
Roggen, I, 251.
Rohrzucker, I, 240.
Roheisen, s. Eisen.
Rommerhausen'sche Presse, I, 13.
Rosenöl, I, 380.
Rosettekupfer, II, 344.
Rosinenwein, s. Wein.
Rostflecke, Ausmachen derselben, II, 194.
Rotheisenstein, Blutstein, II, 377.
Rothgültigerz, II, 328.
Rothkupfererz, II, 343. 345. 346.
Rouanweiß, meist weiße Thonerde und Kieselsäure, vgl. dieselben.
Rubin, II, 58. 242.
Rubinschwefel, s. rother Arsenik.
Ruchgras, I, 391.
Rüben, I, 256.
— weiße, I, 256.
Rüböl als Brennöl, II, 131.
Rückenmark, I, 141. 142.
Rum, I, 112. 113. 357. 366. 367.
Rumäther, Rumessenz, I, 113. 384.
Runkelrübenzucker, Fabrikation desselben, I, 240. 241.
Ruß, Kohlenstoff, II, 111.
Rußschwarz, vgl. Ruß.
Rußtinktur, Glanzrußtinktur, I, 366.

S.

Saccharometer, Zuckermesser, Zukerwage, I, 15. 363.
Sächsischblau, I, 42.
Sägespähne, ihr Gehalt an Stärkemehl, I, 227.
— zur künstlichen Darstellung von Zucker, I, 86. 87.
Säfte, eingekochte, I, 283.
Sämischleder, II, 202.
Sättigen, s. neutralisiren.
Säuerlinge, s. Sauerbrunnen.
Säuferwahnsinn, I, 293.
Säule, Volta'sche, I, 144. 145; II, 91.
Säuren, I, 32—36.
— mineralische, deren Radikal ein einfacher Körper ist, vergl. II, 300.
— organische, aus dem Pflanzen- und Thierreich, vgl. Pflanzensäuren.
Säureradikal, s. Radikal.
Sätze zu Feuerwerken, II, 405.
Saffian, II, 202.
Safflorroth, II, 43.
Saftfarben, II, 27. 50.
Saftgrün, II, 50.

Sago, I, 235.
— künstlicher, I, 236.
Saigern, s. Ausſaigern.
Salinen, II, 275.
Saliniſche Wäſſer od. Salzwäſſer, I, 404.
Salmiak, I, 447.
Salmiakgeiſt, I, 394. 444.
Salpeter, I, 451. 452; II, 284.
— kubiſcher, II, 284.
Salpeteräther, I, 382.
Salpeterbildung, I, 451.
Salpeterkalk, I, 451. 452.
Salpeternatron, II, 284.
Salpeterplantagen, Salpeterſiederei, I, 451.
Salpeterſalzſäure, Königswaſſer, II, 323. 324.
Salpeterſäure, I, 447—450.
— rauchende, I, 448.
Salpetrige Säure, I, 448.
Salze, I, 35. 38.
Salzäther, I, 381.
Salzbilder, II, 305.
Salzkupfererz, II, 344.
Salzradikal, s. Baſen.
Salzſäure, I, 42. 43; II, 63.
Salzſoolwage, Salzſpindel, Soolwage, II, 275.
Salzteiche, II, 274.
Salzwerke, s. Salinen.
Samenflüſſigkeit, I, 140.
Samenſtaub, s. Pollen.
Samenthierchen, I, 193.
Sand, II, 231.
Sandſtein, II, 231.
Sandelholz, II, 43.
Sanderak, vgl. Harze, I, 390.
Saphir, II, 58. 242.
Saponin, II, 192.
Saſſafrasöl zur Unterſuchung der Riſſe in Edelſteinen, II, 51.
Satzmehl, Stärke, I, 232—237.
— Gewinnung deſſelben, I, 234.
Sauerbrunnen, Säuerlinge, I, 404.
Sauerkleeſäure, Kleeſäure, I, 232. 264. 442.
Sauerkleeſalz, II, 285.
Sauerſtoff, I, 47—52.
— Entwicklung deſſelben durch grüne Pflanzen, I, 49.
Sauerſtoffgas, s. Sauerſtoff.
Sauerſtoffgehalt der Luft, s. atmoſphäriſche Luft.
— freier, im Waſſer, I, 409.
Sauerſtoffäther, s. Aether.
Sauerſtoffſäuren, im Gegenſatz zu Waſſerſtoffſäuren, s. Säuren.
Sauerſtoffſalze, im Gegenſatz zu den Haloidſalzen und Schwefelſalzen, vgl. dieſelben.
Sauerſtoffſauger, II, 316.
Sauerteig, I, 268.
Saugader, I, 116.
Schachtöfen, Hochöfen, II, 377.
Schafmilch, I, 209. 210.
Schafzucht in Deutſchland, II, 224.
Scheel'ſches Grün, arſenigſaures Kupferoxyd, vgl. Kupferſalze.
Scheel'ſches Süß, Glycerin, s. Oelſüß.
Scheidewaſſer, s. Salpeterſäure.
Schellack, II, 214.
Scherbenkobalt, II, 389.
Schießbaumwolle, I, 24. 231.
Schießpulver, II, 167—174.
— Wirkung deſſelb., II, 170. 171.
Schimmelbildung im Wein, I, 344.
Schlämmen, Schlemmen, I, 15.
Schlagende Wetter, I, 78. 79; II, 136.
Schlagſchatz, II, 398.
Schlagwerk, II, 399.
Schlangengift, I, 291.
Schleifen der Edelſteine, I, 23.
Schleimgährung oder ſchleimige Gährung, I, 327.
Schleimhaut der Lungen, I, 129.
— der Naſe, Riechhaut, I, 376.
Schleimzucker, I, 242.
Schließklinge, II, 395.
Schmalz, I, 180.
Schmelzen der Metalle, I, 21; II, 296. 403. 404.
Schmelzfarben, Glas- oder Porzellanfarben, II, 58. 59.
Schmelzpunkt, I, 21.
Schmelztiegel, II, 248.
Schmiedeeiſen, II, 300. 378.
Schmierſeife, grüne Seife, II, 186.
Schmierkäſe, Bildung von Käſegift in demſelben, I, 206.

Schminke, weiße, II, 359.
Schmoren des Fleisches, I, 168. 169.
Schmuckfedern, Bleichen derselben, II, 68.
Schnee, I, 415. 431.
Schnellessigfabrikation, I, 370. 371.
Schnellfluß, Baume'sche, II, 175.
Schnellgerberei, II, 201.
Schnellloth, II, 365.
Schriftgießermetall, II, 364.
Schrot, Bleischrot, II, 364.
Schrot und Korn der Münzen, II, 397.
Schüttgelb, der durch Alaun gefällte Farbstoff aus dem Gelbholz, Wau und der Quercitrone, vgl. dieselben.
Schußwaffen, ältere, II, 169.
Schwaden, feurige, s. schlagende Wetter.
Schwämme, Pilze, eßbare, I, 459.
— giftige, I, 459. 460.
Schwärmer, II, 411.
Schwärmerbüchse, II, 411. 412.
Schwalbennester, indianische, I, 160. 460.
Schwammzucker, I, 242.
Schwarzmanganerz, II, 384.
Schwarzsauer, I, 134.
Schwedischgrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Schwefel, I, 44; II, 155—160.
— grauer oder Roßschwefel, II, 155.
— Krystallisiren desselb., I, 22.
Schwefeln der Weinfässer, I, 327.
Schwefeläther, s. Weingeistäther.
Schwefeläthyl, I, 381.
Schwefelalkohol, Schwefelkohlenstoff, II, 152. 160.
Schwefelantimon als Goldschwefel, II, 386.
— als Graupießglanzerz, II, 385.
Schwefelarsen, I, 479; II, 389. 390.
Schwefelbäder, I, 44. 404.
Schwefelbarium, II, 146.
Schwefelblei, II, 327.
Schwefelblumen, II, 155.
Schwefelcadmium, II, 47. 373.
Schwefelcalcium, II, 146. 157.
Schwefeleisen, II, 155. 380.
Schwefelkalium, II, 470.
Schwefelkies, II, 155.
Schwefelkohlenstoff, II, 160.
Schwefelkupfer, II, 157. 343.
Schwefelleber, I, 44. 470; II, 159.
Schwefelmangan, II, 384.
Schwefelmilch, II, 158.
Schwefelmetalle, I, 44; II, 157. 303. 304.
Schwefelplatin, II, 316.
Schwefelquecksilber, II, 336.
Schwefelregen, I, 408.
Schwefelsalze, II, 304.
Schwefelsäure, englische oder gewöhnliche, II, 159.
— Mischung derselb. mit Wasser, I, 52; II, 159.
— Nordhäuser, II, 159.
— rauchende, s. Nordhäuser Schwefelsäure.
— verdünnte, II, 159.
— wasserfreie, I, 37.
Schwefelsäurehydrat, I, 37.
Schwefelsilber, II, 327. 328.
Schwefelspießglanz, s. Schwefelantimon.
Schwefelwässer, I, 404.
Schwefelwasserstoff, I, 44; II, 159.
— sein Verhalten zu Metallen, I, 44.
Schwefelwasserstoffgas, s. Schwefelwasserstoff.
Schwefelwasserstoffwasser, II, 159. 160.
Schwefelzink, II, 373.
Schwefelzinn, II, 368. 369.
Schwefelige Säure als Bleichmittel, II, 64.
Schwefelungsstufen, II, 304.
Schweineschmalz, I, 180.
Schweinfurtergrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Schweiß, I, 140. 392.
Schweißen des Schmiedeeisens, II, 89. 300.
Schweißgeruch, I, 391. 392.
Schwere, I, 11. 12.

Schwere der Metalle, II, 294.
Schwererde, s. Baryterde.
Schwerspath, schwefelsaure Baryterde, II, 268. 269.
Schwimmen, Gewichtsverlust der Körper dabei, I, 13.
Schwindelhafer, Wirkungen desselben im Brod, I, 464.
Seesalz, II, 274.
Seesalze, Meersalze, I, 403.
Sehnen, I, 159.
Seide, II, 227. 229.
— rohe, II, 228.
Seidenleim, II, 228.
Seidenraupe, II, 226. 227.
Seife, II, 183—189.
— durchsichtige, II, 188.
— grüne, Schmierseife, II, 186.
— harte, II, 185.
— marmorirte, II, 186. 187.
— marseiller, spanische, venetianische, II, 185.
— weiche, s. grüne.
Seifenbildung, II, 184. 185.
Seifenleim, II, 185.
Seifensiederlauge, II, 283.
Seifenstoff, Saponin, II, 192.
Seifenwurzel, II, 192.
Selbstentzündung, II, 114.
Selbstleuchten, s. phosphoresciren.
Selen, II, 261. 393.
Selenit, II, 261.
Sellerie, I, 256.
Senf, I, 110.
Senföl, I, 110.
Senkwagen, I, 15. 16. 363.
Semilor, II, 205. 353.
Sicherheitskissen, I, 439.
Sicherheitslampe, Davy'sche, I, 78. 79. 439.
Siedepunkt des Wassers, I, 12. 13. 413. 414.
Siedesalz, Soolsalz, II, 274. 275.
Silber, II, 327—334.
Silberblick, II, 328.
Silbererze, II, 327. 328.
Silbergeschirre, I, 483.
Silberglätte, Bleioxyd, II, 360.
Silberlegirungen, II, 333. 334.
Silberoxyd, II, 331.
— blausaures, Cyansilber, II, 99.
Silberoxyd, salpeters., II, 329. 331.
— salzsaures, Chlorsilber, II, 331.
— schwefelsaures, II, 322.
Silberschlagloth, II, 365.
Silberstahl, II, 379.
Silicium, Kiesel, II, 231.
Silikate, II, 234.
Sinapin, die Pflanzenbase im Senf, vgl. Pflanzenbasen.
Smalte, Kobaltblau, II, 374.
— im Zucker, I, 479.
Soda, I, 404; II, 271. 272.
Sodawasser, I, 404.
Solanin, I, 104.
Sonnengeflecht, I, 141.
Sonnenlicht, bleichende Kraft desselben, II, 60—62.
Soole, II, 276.
Soolsalz, Siedesalz, II, 274. 275.
Soolwage, s. Salzsoolwage.
Spangrün, meist kohlens. Kupferoxyd, vgl. dasselbe.
Spanischschwarz, meist Kohle enthaltend, vgl. dieselbe.
Spanischweiß, meist Kreide und Talkerde, vgl. dieselben.
Spargel, I, 259. 276. 279.
Spatheisenstein, II, 377.
Speichel, I, 116. 140.
Speisebrei, Chymus, I, 117.
Speisekanal, I, 114.
Speiseöl, II, 132.
Speisesaft, Chylus, I, 119.
Speiskobalt, II, 374. 389.
Spelmaceti, Wallrath, I, 181.
Spiauter, s. Zink.
Spießglanz, s. Antimon.
Spießglanzbutter, II, 231.
Spießglanzglas, eine Mischung von Antimonoxyd und Schwefelantimon, II, 58.
Spießglanzkönig, s. Antimon.
Spießglanzorange, s. Goldschwefel.
Spießglanzsilber, II, 385.
Spießglanzweiß, Antimonoxyd u. antimonige Säure, II, 385. 386.
Spinellen, II, 268.
Spinnwebenhaut, I, 187.
Spitzbeutel, I, 363.
Splintholz, II, 55.

Spratzen des Silbers, II, 329.
Sprengkohle, II, 238.
Springkolben, II, 237.
Sprit, s. Alkohol.
Stabeisen, II, 300. 378.
Stärke, Stärkemehl, I, 232—237.
Stärke, blaue, oder Neublau, I, 236.
— rothe, oder Neuroth, I, 236.
Stärkegummi, I, 87.
Stärkekleister, Sauerwerden desselben, I, 83. 84. 237.
Stärkezucker, I, 85. 86. 245.
Stahl, II, 379.
— Anlassen desselben, II, 37.
Stahlbäder oder Stahlwässer, I, 404; II, 382.
Stahlkugeln zu Stahlbädern, II, 382.
Stangenkohle, Meißner, II, 113.
Stangenschwefel, II, 155.
Stanniol, II, 206.
Stearin, I, 182; II, 133.
Stearinlichter, II, 133.
Stearinsäure, I, 183. 184.
Stearinsäurelichter, I, 185; II, 133.
Stearopten, I, 388.
Steingut, englisches, II, 249.
— Glasur desselben, I, 482.
Steinkitte, II, 212.
Steinklee, I, 391.
Steinkohlen, I, 77; II, 108.
Steinkohlenlager, I, 79. 80; II, 112.
Steinkohlenöl, II, 140.
Steinkohlentheer, I, 79.
Steinkohlentheeröl, II, 140.
Steinöl, I, 79; II, 214.
Steinsalz, II, 274.
Sternschnuppen, I, 454.
Stickstoff, I, 56. 57.
— in der Luft, s. atmosphärische Luft.
Stickstoffkohlenstoff, s. Cyan.
Stickstoffoxyd, I, 450.
Stickstoffoxydul, Lustgas, I, 57. 450.
Stöchiometrie, II, 7.
Stocklack, eine geringere Sorte von Schellack, vgl. denselben.
Stoffwechsel, I, 292.
Stollen, II, 298.
Storax, I, 390.
Straß, II, 58.
Striegelgelb, s. Ocher.
Strontian, Strontianerde, II, 256. 268.
— salpetersaures, II, 409.
Strontianit, II, 268.
Strontiansalze vor dem Löthrohr, II, 38.
Strontium, II, 393.
Strychnin, I, 103.
Sublimat, s. Queckfilberchlorid.
Sublimation, II, 307.
Suboxyd, eine noch niedrigere Oxydationsstufe, als Oxydul, vgl. dasselbe.
Süßholzzucker, I, 245.
Sulfüre und Sulfide, Schwefelungsstufen, welche dem Chlorür und Chlorid entsprechen, vergl. II, 306. 307.
Sumach, II, 44. 45.
Sumpferz, II, 377.
Sumpfgas, I, 76. 77; II, 120.
Superoxyde, II, 300.
Surrogate, I, 457—462.
Sympathetische Tinte, II, 39. 375.
Syrup, I, 241.

T.

Tabak, I, 100. 216.
Tafelfarben, farbige Tusche, II, 50.
Tafellack, s. Schellack.
Talgarten, I, 180. 181.
Talgsäure, s. Stearinsäure.
Talgseife, s. Seife.
Talkerde, s. Bittererde.
Tantal, II, 391.
Tapioka, I, 236.
Tartarus, s. roher Weinstein.
Tasago, I, 467.
Tassenroth, auch chines. Schminke, II, 43.
Taumellolch, s. Schwindelhafer.
Tellerroth, s. Tassenroth.
Tellur, II, 161. 391.

Terpenthin, I, 389.
Terpenthinöl, I, 398.
Terra di Siena, Eisenbraun, meist Eisenoxyd, Thon- u. Kieselerde, vgl. dieselben.
Thau u. Thaupunkt, I, 431. 432.
Thebain, I, 386.
Thee, I, 95. 99. 107. 108.
Theer aus Pflanzenstoffen, I, 73. 74; II, 220.
— aus Thierstoffen, auch Franzosenöl, vgl. I, 75.
Theersubstanzen, I, 73. 75; II, 111.
Theesurrogate, I, 460.
Theeöl, ätherisches, I, 107.
Thein, I, 107.
Thenardsblau, s. Smalte.
Theobromin, I, 108.
Theorie, antiphlogistische, d. h. gegen die Annahme eines Phlogistons, vgl. I, 290. 292.
— elektro-chemische, II, 392.
— phlogistische, II, 290. 292.
Thermen, I, 403.
Thermometer, I, 20; II, 355.
Thier- und Pflanzenleben, I, 213. 217. 218.
Thoneisenstein, II, 377.
Thonerde, II, 242—245. 268.
— kieselsaure, vergl. Ziegelsteine, Töpferwaare und Porzellan.
— Verbindungen mit Farbstoff, II, 26. 49. 50.
— wasserhaltige Kraft derselben, II, 243.
— Zusammenziehung derselben in der Hitze, II, 244.
Thonwaare, s. Töpferwaare.
Thorweiß, meist Kieselerde und Thonerde, vgl. dieselben.
Thorerde, II, 256.
Thorium, II, 393.
Thranarten, I, 179; II, 132.
Tiegel, II, 249.
Tinkal, roher Borax, II, 278.
Tinte, verschiedenfarbige, II, 53. 54.
Titan, II, 391.
Todtenkopf, s. Eisenroth, Eisenoxyd.
Töpferthon, II, 242.
Töpferwaare, gewöhnliche, II, 247 bis 250.
— bleifreie Glasur ders., II, 248.
Toiletteseife, II, 188.
Tolubalsam, I, 89.
Tombak, II, 353.
Tombak, weißer, I, 484.
Tonkobohnen, I, 391.
Topas, II, 58.
Torf, II, 108—110.
Torfarten, II, 109.
Torfbildung, II, 109.
Torfkohle, II, 110.
Traganthgummi, I, 238.
Traubensaft der Rosinen, I, 337. 338.
Traubenzucker, s. Krümelzucker.
Traubensäure, eine der Weinsteinsäure entsprechende Pflanzensäure, vgl. Weinsteinsäure.
Trinkluft, I, 287—289.
Trockne Destillation, I, 73.
Troglodyten, I, 260.
Tropfstein, eine Kalksteinart, s. Probirstein.
Troyesweiß, Kreideweiß, meist kohlensaurer Kalk, vergl. denselben.
Tuchbereitung, II, 225.
Tusche, farbige Tuschfarben, II, 50.
— chinesische, II, 50.

U.

Uebermangansäure, II, 384.
Ueberoxyde, s. Superoxyde.
Ultramarin, blauer, I, 479; II, 34. 254.
— grüner, eine dem blauen Ultramarin ähnliche Zusammensezzung, vgl. blauen Ultramarin.
Umbra, II, 112.
Umsetzung, I, 71. 82.
Undurchsichtigkeit d. Metalle, II, 293.
Universalkitt, Gill'scher, II, 211.
Universalheilmittel, I, 5. 302.

Untergährung, I, 310.
Unterhefe, die sich bei der Untergährung bildende Hefe, vgl. I, 310.
Uran, II, 391.
Uranpecherz, II, 391.
Urin, s. Harn.
Urstoffe, s. Elemente.

V.

Valeriansäure, Baldriansäure, I, 388.
Vanadin, II, 391.
Varec, Soda, 271.
Venen, I, 129. 130.
Venetianerlack, Florentinerlack, Wienerlack, II, 50.
Veratrin, I, 104.
Verbindungsgesetze, I, 32. 34. 35. 38. 45. 51.
Verbrennung, I, 30. 31.
— im Chlorgas, I, 42.
— im Sauerstoff, I, 51.
— im Schwefeldampf, I, 156.
— langsame, II, 106.
— unter Wasser, I, 33.
Verbrennungstheorie, II, 292.
Verdauung, I, 114—120.
Verdunstungskälte, I, 20. 21.
Verflüchtigung der Metalle, II, 296. 297.
Vergiftungen, gefährliche, I, 136. 137. 139. 474—479; II, 164. 388.
Vergoldungen, ältere Arten, II, 325—327.
— galvanische, s. Galvanoplastik.
Vermillon, s. Zinnober.
Veronesergelb, s. Neapelgelb.
Versilberung, ältere Art, II, 334.
— galvanische, s. Galvanoplastik.
Verwandlungen, I, 81—87.
Verwandtschaft, chemische, I, 30. 45.
Verwesung, I, 76.
Verwitterung der Salze, I, 37.
Verzinnen, II, 351. 352.
Vitriol, blauer oder cyprischer, s. Kupfervitriol.
Vitriol, grüner, s. schwefels. Eisenoxydul.
Vitriol, weißer, s. schwefelsaures Zinkoxyd.
Vitriolöl, s. Schwefelsäure.
Volta'sche Säule, II, 91.
Vulkane, II, 157. 182. 304.
Vulkanisten, I, 400.

W.

Wachholderbeeröl, I, 109. 110.
Wachs, I, 181.
— japanisches, I, 181.
Wachsöl, I, 182.
Wärme, ausdehnende Kraft derselben, I, 19.
— bei chemischen Verbindungen, II, 180. 181.
— Freiwerden derselben, I, 21.
— gebundene oder latente, I, 21.
— hebt oft chemische Verbindungen auf, vgl. Sauerstoffdarstellung und Kalkbrennerei.
— die höchsten Grade derselben, I, 55; II, 144.
— specifische, II, 13.
Wärmeleiter, gute, II, 293. 294.
— schlechte, I, 411.
Wage, hydrostatische, II, 401.
Wahlverwandtschaft, doppelte, I, 43. 267.
Waid, II, 44.
Waidindigo, II, 44.
Walken, II, 225.
Walkererde, II, 193.
Wallrath, I, 181.
Waschgold, Sandgold, I, 15; II, 320. 321.
Wasser, I, 397—417.
— als Base und Säure, I, 36.
— Ausdehnung desselben durch Wärme und Kälte, I, 17.
— chemisch gebundenes, I, 36. 37.
— chemische Zusammensetzung, I, 398.
— der Krystalle, Krystallwasser, I, 37.
— destillirtes, I, 417.

Wasser, hartes u. weiches, I, 405 bis 407.
— Kochen desselben, I, 13. 413. 414.
— mineralisches, I, 403. 404.
— Prüfung desselben, I, 467—470.
Wasserblei, s. Molybdän.
Wassergallen, Wasseransammlung über Thonlager, vergl. I, 406. 407.
Wassergas, I, 428—433.
Wassergehalt der Luft, vgl. Wassergas.
— des menschlichen Körpers, I, 62.
— der organischen Schöpfung überhaupt, I, 397.
Wasserglas, II, 119. 192. 240. 241.
Wasserhose, I, 416.
Wassermenge auf der Erde, I, 398.
Wassermörtel, II, 247.
Wassersilber, s. Quecksilber.
Wassersuperoxyd, oxydirtes Wasser, II, 9.
Wasserstoff, I, 52—56.
Wasserstoffeuerzeug, II, 166. 167.
Wasserstoffsäuren, I, 42—44.
Wau, II, 44.
Weihrauch, I, 390.
Wein, I, 97. 98. 296—302. 336 bis 349.
— aus Aepfeln u. anderem Obst, I, 302. 346. 347.
— aus Rosinen, I, 337. 340. 341.
Weinblumenäther, Oenanthäther, I, 297. 298.
Weinbouquet, I, 298.
Weinessig, I, 369.
Weingährung, I, 309.
Weingeist, s. Alkohol.
Weingeistäther, I, 322.
Weingeistflamme, II, 123.
Weingeistlampe, II, 123.
Weingeistthermometer, I, 20.
Weingeistwage, s. Alkoholometer.
Weinkrankheiten, I, 343. 344.
Weinöl, s. Weinblumenäther.
Weinprobe, Hahnemann'sche, I, 472.
Weinsäure, s. Weinsteinsäure.
Weinstein, gereinigter, I, 261; II, 285.
— roher, I, 261. 285.
Weinstein der Zähne, I, 117.
Weinsteinsäure, I, 261. 262.
Weinverfälschung, I, 344. 345.
Weißfeuer, indisches, eine Art bengalisches Feuer aus Salpeter, Schwefel u. Schwefelarsen, vgl. II, 415. 416.
Weichselzopf, II, 322. 323.
Weißes Gold, s. Platin.
Weißbleierz, II, 359.
Weißgültigerz, II, 328.
Weißglühhitze, höchste, II, 378.
Weißkupfer, I, 484. 485; II, 255.
Weißspießglanzerz, II, 385.
Weißzinn, I, 485.
Weizen, I, 250.
Weizenstärke, I, 235.
Wetter, schlagende, I, 78; II, 136.
Wetterglas, I, 420.
Windhose, I, 416.
Wienergrün, I, 35.
Wienerlack, II, 50.
Wienerschwärze, meist Ruß enthaltend, vgl. dasselbe.
Wismuth, II, 356—359.
Wismuthasche, II, 358.
Wismuthbleierz, II, 356.
Wismuthblende, II, 356.
Wismuthblumen, II, 358.
Wismuthkobalterz, II, 356.
Wismuthkrystalle, II, 357.
Wismuthkupfererz, II, 356.
Wismuthlegirungen, II, 358.
Wismuthocker, II, 356.
Wismuthoxyd, II, 358.
— basisch salpeters., Wißmuthweiß, II, 359.
Wolfram, II, 391.
Wolle, verschiedene Arten derselben, II, 224.
— Fettsubstanz derselben, II, 224.
— Verarbeitung derselb., II, 225.
— Verbrauch von deutschen Wollenlumpen in England, II, 226.
— philosophische, II, 373.
Würze, Gewürze, I, 108, 109.
Wurstgift, s. Blutgift.

Y.

Yttererde, II, 256. 268.
Yttrium, II, 393.

Z.

Zähne, Weinstein ders., I, 117.
Zaffer, II, 375.
Zellen der Pflanzen, I, 221—223. 226.
Zellgewebe d. Thiere, I, 157. 158.
Zersetzungsprozesse, chemische, I, 71—75.
Zeugdruck, II, 49.
Zibeth, I, 377.
Ziegelsteine, II, 245—247.
Ziegelthee, I, 89.
Ziegenmilch, I, 209. 210.
Zieheisen, II, 394.
Ziehen der Drähte, II, 394. 395.
Zimmtöl, I, 110,
Zink, II, 370—373.
Zinkblende, II, 370. 372.
Zinkblumen, II, 371.
Zinkgelb, chromsaures Zinkoxyd, vgl. Chromsäure.
Zinkgefäße, I, 485.
Zinklegirungen, II, 352. 373.
Zinkographie, II, 80. 81.
Zinkoxyd, II, 371.
— kieselsaures, II, 370.
— kohlensaures, II, 372.
— schwefelsaures, II, 372.
Zinksalze, II, 371. 372.
Zinkvitriol, s. schwefels. Zinkoxyd.
Zinkweiß, s. Zinkoxyd und kohlens. Zinkoxyd.
Zinn, II, 366—370.
Zinnasche, II, 367.
Zinngeschirre, I, 485.
Zinnchlorid, II, 367. 368.
Zinnchlorür, II, 368.
Zinnfolie, Stanniol, II, 367. 368.
Zinnkies, II, 366.
Zinnlegirungen, II, 351. 369.
Zinnober, grüner, meist arsenigs. Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
— rother, II, 35. 336.
Zinnoxyd, II, 367. 368.
Zinnoxydul, II, 368.
Zinnsalz, II, 368.
Zinnsaure Salze, II, 368.
Zinnsolution, II, 367.
Zinnstein, II, 366.
Zirkonerde, II, 256. 268.
Zirkonium, II, 393.
Zucker, gebrannter, I, 245.
Zuckerarten, I, 239—245.
Zuckerbildung durch Frost, I, 88.
Zuckergährung, I, 306. 307.
Zuckerkant, I, 242.
Zuckersäure, II, 210.
Zündmaterial, 161—167.
Zündmaschine, Döberreinersche, II, 166.
Zwickauergrün, meist arsenigsaures Kupferoxyd, vgl. Kupfersalze.
Zwiebeln, I, 256.
Zwölffingerdarm, I, 115.
Zusammensetzung der Naturkörper nach Maaß u. Gewicht, II, 7.

Nachtrag zum Wortregister.

Abfälle, II, 208.
Abschwefeln, rösten, II, 305.
Aloefaser, II, 216.
Anfeuerung, II, 410.
Ausstückelungsmaschine, II, 399.
Backsteine, s. Ziegelsteine.
Bengalisches Feuer, II, 415. 416.
Bienenschwärmer, II, 411.
Brausepulver, I, 261; II, 279.
Chagrins, II, 202.
Darmzotten, I, 119.
Drahtfabrikation, II, 394. 395.
Ebbe und Fluth, I, 419.
Erze, s. Metalle.
Erzgänge, II, 298.
Feuerräder, II, 314. 415.
Feuersätze, II, 410.
Feuertopf, II, 412.
Feuerwerk, s. Lustfeuerwerk.
Flammensätze, II, 410.
Frösche, im Feuerwerk, II, 414.
Gestein, taubes, II, 298.
Giftbaum, I, 220.
Glasfärberei, II, 58. 59.
Glimmer, meist aus Kieselsäure, Thonerde, dann auch Magnesia und Kali bestehend, vgl. dieselb.
Gneiß, ein Gemenge von Glimmer, Feldspath u. Quarz, vgl. dieselb.
Grauspießglanzerz, II, 385.
Gravitation, I, 419.
Grünbleierz, II, 359.
Gummiharze, I, 239.
Hartloth, II, 365.
Hexenpulver, s. Lycopodium.
Hüttenkunde, II, 297.
Katechu, Catechu, I, 264; II, 199.
Kino, II, 199.
Mark, verlängertes, I, 142. 187.
Nähnadelfabrikation, II, 396. 397.
Olivenerz, II, 344.
Passatwinde, I, 419.
Pewter, II, 369.
Pflanzenfette, I, 218.
Pflanzenseele, II, 225.
Porzellanmalerei, II, 58. 59.
Pulshammer, I, 414.
Ranzigwerden der Butter, Verhütung desselben, I, 465.
Reverberirofen, Windofen, II, 272.
Rhusma, II, 200.
Rösten der Schwefelerze, II, 305.
Rosinen, I, 337. 340.
Rothspießglanzerz, II, 38.
Salate, I, 256—259.
Samum, I, 429.
Sandbad, I, 104.
Scarlett, II, 68.
Schaumgyps, II, 271.
Schliekern der Milch, I, 211.
Schmelzbutter, I, 465.
Schwarzgültigerz, II, 328.
Silberhornerz, II. 328.
Smaragd, II, 58. 356.
Stecknadelfabrikation, II, 395. 396.
Stoppinen, II, 410.
Umläufer, II, 415.
Versteinerungen, II, 232.
Weißgerberei, s. Alaungerberei.
Weißgesotten, II, 352.
Welterplosion, II, 180.
Wicke, I, 249.
Winde, I, 419.
Windofen, Reverberirofen, II, 272.
Wippe, II, 386.
Witherit, II, 269.

Inhaltsverzeichniß.

Erster Band.

		Seite
1.	Die Wohlthaten der Chemie in alter und neuester Zeit . .	5
2.	Die Kräfte der Anziehung	11
3.	Verschiedene einfache chemische Experimente	29
4.	Die Hauptelemente der Thier- und Pflanzenkörper . . .	46
	Sauerstoff	47
	Wasserstoff	52
	Stickstoff	56
	Kohlenstoff	57
5.	Die Bestandtheile des menschlichen Körpers und die Nahrungsstoffe. Die Aufgaben einer Chemie der Küche . . .	60
6.	Lebenskraft und chemische Kraft. Zersetzungsprozesse . . .	69
	Die Destillation des Holzes	73
7.	Bestandtheile und Verwandlungsprozesse der Nahrungsstoffe	81
	Die künstliche Darstellung von Stärke- und Sägespähnezucker	85
	Die künstliche Bereitung des Gummi's	87
8.	Reizmittel. Besondere Geschmacks- und Geruchsstoffe . .	95
9.	Der Verdauungsprozeß. Seine Freuden und Leiden . . .	114
10.	Das Blut in seinem lebenden und todten Zustande. Blutspeisen und Blutgifte	128
11.	Die Nerventhätigkeit. Thierische Elektrizität	140
12.	Die Lungen, die Nieren, die Leber, die Haut u. s. w. . .	151
13.	Das Muskelfleisch der warm- und kaltblütigen Thiere und seine Bereitungsarten	159
	Das Einpökeln und Conserviren des Fleisches . . .	165
	Das Kochen des Fleisches	167
	Das Braten und Schmoren des Fleisches	168
	Die Fischkost	173
14.	Die Fette und ihre Zusammensetzung; die Bestandtheile des Gehirns	175
15.	Die Geheimnisse des Eies; dessen Zusammensetzung, Nährkraft u. s. w.	190
16.	Die Milch, der Käse, die Butter u. s. w.	200

Seite

17. Pflanzenchemie und Pflanzenleben 213
18. Die zuckerbildenden Pflanzenstoffe 226
Holzfaser und Holzmasse 226
Die Stärkemehlarten. Pflanzengallerte und Gummi . 232
Die Zuckerarten 239
19. Die Feldfrüchte und ihre Nahrhaftigkeit. Das Obst und die Pflanzensäuren 246
Hülsenfrüchte 248
Das Getreide 249
Knollen und Wurzeln 252
Salate und andere Gemüsearten 256
Das Obst und die Pflanzensäuren 260
20. Die Kunst der Brodbereitung, der Getreideprüfung und der Aufbewahrung der vegetabilischen Nahrungsmittel 265
Brod 266
Die chemische Untersuchung des Getreides 272
Comprimirte oder entwässerte Gemüse 275
Eingemachte Früchte und Gemüse 283
21. Der Durst, die geistigen Getränke, ihre Freuden und Leiden 287
22. Die Prozesse der Gährung und die Wunder des Elementenlebens 306
23. Die Kunst der Weinbereitung 335
24. Bier und Branntwein 349
25. Die Kunst der Essigbereitung 367
26. Die angenehmen und unangenehmen Gerüche. Die Aetherarten, ätherischen Oele ꝛc. 376
Die verschiedenen Aetherarten 379
Aetherische Oele, Balsame, Harze u. s. w. 387
27. Das Wasser und seine Segnungen 397
Die verschiedenen Wässer 403
28. Die atmosphärische Luft und ihre Gase, Meteore u. s. w. . 417
Das Ozon 427
Das Wassergas 428
Die Kohlensäure 433
Ammoniak 442
Die Salpetersäure, Lustgas u. s. w. 447
Feurige Meteore und andere seltene atmosphärische Erscheinungen 452
29. Ungewöhnliche Genüsse und Surrogate. Die Prüfung der Erhaltungsmittel auf Verfälschungen und Vergiftungen . . 457
Hölzerne, irdene und metallene Gefäße 481

Inhaltsverzeichniß.

Zweiter Band.

		Seite
30.	Die Natur als eine Rechnerin	5
31.	Die Farbenluft und die Farbenwandlungen in den Natur- und Kunsterzeugnissen	16
	Das allgemeine Verhalten der Farbstoffe	18
32.	Die praktische Verwendung der Farbenmaterialien. Die Bereitung der Lacke, Tuschfarben, Tinten, Firnisse u. s. w.	39
33.	Die bleichende Kraft des Lichtes, wie des Chlors, der schwefeligen Säure u. s. w. Die Daguerreotypie und Photographie	60
34.	Die chemische Kunst des Stein- und Metalldrucks, des Glasätzens u. s. w.	75
35.	Die chemischen Wirkungen der Elektrizität in der Galvanoplastik	90
36.	Das Feuer und seine Nahrung. Feuerlöschkunst u. s. w.	102
37.	Eine Flammenschau. Das Beleuchtungsmaterial	120
38.	Das Selbstleuchten einiger Körper. Feuerzeuge	145
	Der Phosphor	148
	Der Schwefel	155
39.	Das Schießpulver und andere explodirende Substanzen	167
40.	Der chemische Prozeß der Seifenbildung. Fleckmittel	183
41.	Der chemische Prozeß der Gerberei. Darmsaiten. Goldschlägerhäutchen. Leim, Kitte u. s. w.	197
42.	Die Pflanzenfaser, die Haare und die Seide	214
43.	Die Kieselsäure und die Thonerde und ihre Verwendungen	229
	Glas, Wasserglas	234
	Die Backsteine und der Mörtel	245
	Die gewöhnliche Töpferwaare	247
	Das Porzellan	250
44.	Die alkalischen Erden und ihre Verwendung	256

Seite

45. Die Alkalien und ihre Salze 270
46. Die Metalle, ihre allgemeinen Eigenschaften und ihre Gewinnung 288
47. Werth der Metalle. Edle Metalle 308
Das Platina und seine Trabanten 311
Das Gold 319
Das Silber 327
Das Queckſilber 335
48. Die unedlen Metalle 341
Kupfer 343
Wismuth 356
Blei 359
Zinn 366
Zink 370
Cadmium 373
Kobalt und Nickel 374
Eisen 376
Mangan 382
Antimon 384
Chrom 386
Arsen 389
49. Die Draht- und Nadelfabrikation. Die Münzkunst und Metallgießerei. Die Feuerwerkskunst 393

Zur Beachtung.

Der ungemein günstige Erfolg, dessen sich dieses Unternehmen von Seiten des Publikums zu erfreuen hatte, veranlaßt die Verlagshandlung um so mehr, rüstig auf dem angebahnten Wege fortzuschreiten und jetzt einen Cyclus populärer Abhandlungen auf dem Gebiete der Physik folgen zu lassen. Der Verfasser, der mit Geschick eine Art und Weise der Darstellung gewählt hat, die, ohne trivial zu werden, stets allgemein verständlich bleibt und sich auch der Fassungskraft weniger Unterrichteter anbequemt, setzt in der begonnenen Weise seine belehrenden Unterhaltungen in der Physik fort. Sein Augenmerk wird auch hierbei hauptsächlich auf das Praktische, ins Leben Greifende gerichtet sein, während andererseits die Verlagshandlung zur möglichsten Verdeutlichung des Wortes überall, wo es nothwendig ist, durch sauber ausgeführte Holzschnitte eine Veranschaulichung der Apparate herbeiführen wird.

Das ganze Werk, ca. 32 Bogen 8°, wird ebenfalls in Lieferungen von 4 Bogen, à 5 Sgr., erscheinen und dem Freunde dieser Wissenschaft, sowie dem, der sich Rath und Belehrung darüber erholen will, eine willkommene, kostspielige gelehrte Werke ersetzende Gabe sein.

Die Verlagshandlung.

Jason Vaughn
please send me
1 pt of Alcohol
and [illegible] will
pay [illegible]
[illegible]
[illegible] Sandes

Date Due

Demco 293-5

Accession no.
Braden
Author
Arends, L.A.F.
Das wunderreich der Natur.
Call no.
RS403
857 A
[illegible]